

明 細 書

パルスパターンジェネレータ及びそれを用いる通信機器評価システム 技術分野

- [0001] 本発明はパルスパターンジェネレータ及びそれを用いる通信機器評価システムに係り、特に、例えば、電気通信装置や光通信装置等の通信機器を評価するための所望のパルスパターンを有するパルス信号を発生するパルスパターンジェネレータ及びそれを用いる通信機器評価システムに関する。

背景技術

- [0002] 周知のように、近時、インターネットに代表される情報通信の急成長に伴い、通信の高速化、大容量化の需要が高まっている。
- [0003] これらは、電気通信システムや光ファイバを利用した光通信システムによるブロードバンド通信の拡大の理由ともなっている。
- [0004] 電気通信システムや光通信システムにおける通信方式としてデジタル通信方式が採用され、1と0とを組み合わせたデータを送受することによるデジタル通信システムが実現されている。
- [0005] したがって、このようなデジタル通信システムにおいては、1又は0を表すパルス信号をいかに高信頼度で送受できるかが重要なこととなる。
- [0006] そして、デジタル通信システムを実現するために、電気通信システムや光通信システムを構成する各種の通信機器は、所定のパルス信号が入力される評価試験、例えば、エラーレート試験が実施されている。
- [0007] これにより、電気通信システムや光通信システムを構成する各種の通信機器の性能及び信頼性が確保される。
- [0008] 一般に、パルス信号の特性は、アイパターン化されたときのアイ開口度によって規定される。
- [0009] そこで、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) では、各種の通信機器を評価する際に使用するパルス信号のアイ開口度を規定し、この規定されたアイ開口度を有するパルス信号による試験をストレス試験として実施すること

を規格により定めている(例えば、非特許文献1参照)。

[0010] このため、従来より各種の通信機器の評価システムにおいては、前述のIEEEで定められているストレス試験を実施するために、所望のパルスパターンを有するパルス信号を発生するパルスパターンジェネレータに加えて4次ベッセルトムソンフィルタを準備すると共に、その4次ベッセルトムソンフィルタのフィルタ特性を調整することにより、前述のIEEEのアイ開口度規格に準拠した所定のアイ開口度を有するパルス信号が生成されている。

[0011] そして、このようにして生成された規定のアイ開口度を有するパルス信号を用いて各種の通信機器のストレス試験が実施されている。

非特許文献1:IEEE Draft P802 3ae/D5.0 May 1, 2002 pp. 477-48

1 Figure 52-10

発明の開示

[0012] しかしながら、このような従来の通信機器の評価システムでは、ストレス試験で定められたアイ開口度の規格が異なる多種の通信機器のストレス試験を当該通信機器の生産ラインで実施する際に、所望のパルスパターンを有するパルス信号を発生するパルスパターンジェネレータに加えて異なるアイ開口度の規格の数と同じ個数の4次ベッセルトムソンフィルタを用意する必要がある。

[0013] また、それらの4次ベッセルトムソンフィルタを構成しているコンデンサの容量やコイルのインダクタンスをレーザトリマ等で変化させることにより、アイ開口度を別個に設定する必要がある。

[0014] そして、設定された所定のアイ開口度を有するパルス信号に基づいて通信機器のエラーレートを通信機器毎に評価する必要がある。

[0015] したがって、このような従来の通信機器の評価システムでは、当該通信機器の生産ラインで実施するストレス試験の工程が著しく煩雑になるため、当該通信機器の生産ラインにおける生産性を低下させているという問題がある。

[0016] そこで、本発明は、以上のような従来技術による問題点を解決するためになされたものであり、パルスパターンジェネレータ自体で設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を発生することができるよう改良する

と共に、このように改良されたパルスパターンジェネレータを通信機器評価システムに用いることにより、被試験機器の評価試験を容易化して従来の評価システムよりも生産性を高くすることができるようにしたパルスパターンジェネレータ及びそれを用いる通信機器評価システムを提供することを目的としている。

[0017] 上記目的を達成するために、本発明の第1の態様によると、

所定のビット列で所定の振幅値変化を有する信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方において階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生するパルス発生部(12)と、

前記パルス発生部(12)によって発生される前記階段波で形成されたパルス信号を平滑化して出力するローパスフィルタ(14)と、

前記ローパスフィルタ(14)からの出力をアイパターン化したときのアイ波形を所定のアイ開口度に設定するために、前記パルス信号を形成する階段波の振幅値を設定値に基づいて調整する振幅値設定部(13, 13a)とを備え、

前記振幅値設定部(13, 13a)によって設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を前記ローパスフィルタ(14)から出力可能としたことを特徴とするパルスパターンジェネレータ(11)が提供される。

[0018] また、上記目的を達成するために、本発明の第2の態様によると、

前記パルス発生部(12)は、

所定のビット列で所定の振幅値を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発生部(12a)と、

前記基本パルス発生部(12a)によって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の所定の振幅値と異なる振幅値を有すると共に、前記基本パルス信号の位相と異なる位相を有する変形パルス信号を発生する変形パルス発生部(12b)と、

前記基本パルス発生部(12a)によって発生される前記基本パルス信号と、前記変形パルス発生部(12b)によって発生される前記変形パルス信号とを合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部(12c)と、

を含むことを特徴とする第1の態様に従うパルスパターンジェネレータが提供される。

- [0019] また、上記目的を達成するために、本発明の第3の態様によると、
前記パルス発生部(12)は、
所定のビット列で所定の振幅値を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発生部(12a)と、
前記基本パルス発生部(12a)によって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する複数の変形パルス信号を発生する複数の変形パルス発生部(12b)と、
前記複数の変形パルス発生部(12b)によって発生される前記複数の変形パルス信号を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部(12c)と、
を含むことを特徴とする第1の態様に従うパルスパターンジェネレータが提供される。
- [0020] また、上記目的を達成するために、本発明の第4の態様によると、
前記複数の変形パルス発生部(12b)は、
前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号を発生する第1の変形パルス発生部(12b1)と、
前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2の変形パルス信号を発生する第2の変形パルス発生部(12b2)と、
前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第3の変形パルス信号を発生する第3の変形パルス発生部(12b3)と、
を含むことを特徴とする第3の態様に従うパルスパターンジェネレータが提供される。
- [0021] また、上記目的を達成するために、本発明の第5の態様によると、
前記複数の変形パルス発生部(12b)は、
前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号を発生する第1の変形パルス発生部(12b1)と、
前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2の変形パルス信号を発生する第2の変形パルス発生部(12b2)と、
前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第3の変形パルス信号を発生する第3の変形パルス発生部(12b3)と、
前記第3の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第4の変

形パルス信号を発生する第4の変形パルス発生部(12b2)と、

前記第4の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第5の変形パルス信号を発生する第5の変形パルス発生部(12b3)と、

を含むことを特徴とする第3の態様に従うパルスパターンジェネレータが提供される。

[0022] また、上記目的を達成するために、本発明の第6の態様によると、

前記パルス発生部(30)は、

前記基本パルス発生回路(12a)として、2値のパルス信号を発生する2値パルス信号発生回路(31a)と、

前記変形パルス発生回路(12b)として、前記2値パルス信号発生回路(31a)から出力される2値のパルス信号を1ビット遅延させる1ビット遅延回路(31b)及び前記2値パルス信号発生回路(31a)から出力される2値のパルス信号を2ビット遅延させる2ビット遅延回路(31c)と、

前記2値パルス信号発生回路(31a)、前記1ビット遅延回路(31b)及び前記2ビット遅延回路(31c)の各出力信号を合波して8値のパルス信号(33)を出力する信号合波部(31d)と、

を含むことを特徴とする第1の態様に従うパルスパターンジェネレータが提供される。

[0023] また、上記目的を達成するために、本発明の第7の態様によると、

前記パルス発生部(12)は、

前記基本パルス発生回路(12a)及び前記変形パルス発生回路(12b)として、初段をマスターとして2段以降がそれぞれスレーブとなる関係になされていると共に、初段のデータ端子に、所定のデータ周波数を有するデータが供給され、且つ、各段のクロック端子には、前記データ周波数の2倍の周波数を有するクロックが共通に供給されていることにより、中間段からの出力を基準パルス信号(基準波)としたとき前記中間段より前の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ進んだ位相を有する所定数の第1の変形パルス信号(マイナス位相変形波)を出力すると共に、前記中間段より後の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ遅れた位相を有する所定数の第2の変形パルス信号(プラス位相変形波)を出力する複数段縦続接続されたフリップフロップ(FF1, FF2, …)と、

前記複数段縦続接続されたフリップフロップ (FF1, FF2, …) の各段の出力を各別に受ける複数段の増幅器 (A1, A2, …) と、

前記複数段の増幅器 (A1, A2, …) のそれぞれの出力を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部 (100) とを備え、

前記振幅値設定部 (13, 13a) は、前記複数段の増幅器 (A1, A2, …) のそれぞれのゲイン設定部 (1, 2, …) に対して、最終的に、前記ローパスフィルタ (14) からの出力が所望のアイ開口度を有するように、前記基準パルス信号 (基準波) と、前記第1の変形パルス信号 (マイナス位相変形波) 及び第2の変形パルス信号 (プラス位相変形波) とが所定の振幅値関係となるようなゲインに設定するゲイン設定部 (101, 102, 103) を含むことを特徴とする第1の態様に従うパルスパターンジェネレータが提供される。

[0024] また、上記目的を達成するために、本発明の第8の態様によると、

所定のビット列で所定の振幅値変化を有する信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方において階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生するパルス発生部 (12) と、

前記パルス発生部 (12) によって発生される前記階段波で形成されたパルス信号を平滑化して出力するローパスフィルタ (14) と、

前記ローパスフィルタ (14) からの出力をアイパターン化したときのアイ波形を所定のアイ開口度に設定するために、前記パルス信号を形成する階段波の振幅値を設定値に基づいて調整する振幅値設定部 (13, 13a) とを備え、

前記振幅値設定部 (13, 13a) によって設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を前記ローパスフィルタ (14) から出力可能とするパルスパターンジェネレータ (11) と、

前記パルスパターンジェネレータ (11) の前記ローパスフィルタ (14) から出力される前記設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号に基づいて被試験機器 (DUT, 15) の所定の特性を評価する特性評価装置 (16) と、

を備えたことを特徴とするパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システ

ムが提供される。

- [0025] また、上記目的を達成するために、本発明の第9の態様によると、
前記パルスパターンジェネレータ(11)の前記パルス発生部(12)は、
所定のビット列で所定の振幅値を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発生部(12a)と、
前記基本パルス発生部(12a)によって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の所定の振幅値と異なる振幅値を有すると共に、前記基本パルス信号の位相と異なる位相を有する変形パルス信号を発生する変形パルス発生部(12b)と、
前記基本パルス発生部(12a)によって発生される前記基本パルス信号と、前記変形パルス発生部(12b)によって発生される前記変形パルス信号とを合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部(12c)と、
を含むことを特徴とする第8の態様に従うパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムが提供される。

- [0026] また、上記目的を達成するために、本発明の第10の態様によると、
前記パルス発生部(12)は、
所定のビット列で所定の振幅値を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発生部(12a)と、
前記基本パルス発生部(12a)によって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する複数の変形パルス信号を発生する複数の変形パルス発生部(12b)と、
前記複数の変形パルス発生部(12b)によって発生される前記複数の変形パルス信号を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部(12c)と、
を含むことを特徴とする第8の態様に従うパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムが提供される。

- [0027] また、上記目的を達成するために、本発明の第11の態様によると、
前記複数の変形パルス発生部(12b)は、
前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号

を発生する第1の変形パルス発生部(12b1)と、

前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2の変形パルス信号を発生する第2の変形パルス発生部(12b2)と、

前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第3の変形パルス信号を発生する第3の変形パルス発生部(12b3)と、

を含むことを特徴とする第10の態様に従うパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムが提供される。

[0028] また、上記目的を達成するために、本発明の第12の態様によると、

前記複数の変形パルス発生部(12b)は、

前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号を発生する第1の変形パルス発生部(12b1)と、

前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2の変形パルス信号を発生する第2の変形パルス発生部(12b2)と、

前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第3の変形パルス信号を発生する第3の変形パルス発生部(12b3)と、

前記第3の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第4の変形パルス信号を発生する第4の変形パルス発生部(12b2)と、

前記第4の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第5の変形パルス信号を発生する第5の変形パルス発生部(12b3)と、

を含むことを特徴とする第10の態様に従うパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムが提供される。

[0029] また、上記目的を達成するために、本発明の第13の態様によると、

前記パルスパターンジェネレータ(31)のパルス発生部(30)は、

前記基本パルス発生回路(12a)として、2値のパルス信号を発生する2値パルス信号発生回路(31a)と、

前記変形パルス発生回路(12b)として、前記2値パルス信号発生回路(31a)から出力される2値のパルス信号を1ビット遅延させる1ビット遅延回路(31b)及び前記2値パルス信号発生回路(31a)から出力される2値のパルス信号を2ビット遅延させる2

ビット遅延回路(31c)と、

前記2値パルス信号発生回路(31a)、前記1ビット遅延回路(31b)及び前記2ビット遅延回路(31c)の各出力信号を合波して8値のパルス信号(33)を出力する信号合波部(31d)と、

を含むことを特徴とする第8の態様に従うパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムが提供される。

[0030] また、上記目的を達成するために、本発明の第14の態様によると、

前記パルスパターンジェネレータ(11)のパルス発生部(12)は、

前記基本パルス発生回路(12a)及び前記変形パルス発生回路(12b)として、初段をマスターとして2段以降がそれぞれスレーブとなる関係になされていると共に、初段のデータ端子に、所定のデータ周波数を有するデータが供給され、且つ、各段のクロック端子には、前記データ周波数の2倍の周波数を有するクロックが共通に供給されていることにより、中間段からの出力を基準パルス信号(基準波)としたとき前記中間段より前の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ進んだ位相を有する所定数の第1の変形パルス信号(マイナス位相変形波)を出力すると共に、前記中間段より後の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ遅れた位相を有する所定数の第2の変形パルス信号(プラス位相変形波)を出力する複数段縦続接続されたフリップフロップ(FF1, FF2, ...)と、

前記複数段縦続接続されたフリップフロップ(FF1, FF2, ...)の各段の出力を各別に受ける複数段の増幅器(A1, A2, ...)と、

前記複数段の増幅器(A1, A2, ...)のそれぞれの出力を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部(100)とを備え、

前記振幅値設定部(13, 13a)は、前記複数段の増幅器(A1, A2, ...)のそれぞれのゲイン設定部(1, 2, ...)に対して、最終的に、前記ローパスフィルタ(14)からの出力が所望のアイ開口度を有するように、前記基準パルス信号(基準波)と、前記第1の変形パルス信号(マイナス位相変形波)及び第2の変形パルス信号(プラス位相変形波)とが所定の振幅値関係となるようなゲインに設定するゲイン設定部(101, 102, 103)を含むことを特徴とするを含むことを特徴とする第8の態様に従うパルスパターン

ジェネレータを用いる通信機器評価システムが提供される。

- [0031] また、上記目的を達成するために、本発明の第15の態様によると、
前記被試験機器(DUT, 15)は、電気信号及び光信号の少なくとも一方によって
通信する通信機器であることを特徴とする第8の態様に従うパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムが提供される。
- [0032] 以上のような構成により、本発明によるパルスパターンジェネレータは、振幅値設定部が、階段波の振幅値を調整し、パルス信号をアイパターン化したときのアイ波形の形状を設定することにより、パルスパターンジェネレータ自体で設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を発生することができる。
- [0033] これにより、本発明によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムは、パルスパターンジェネレータからアイが開口したパルス信号やアイが開いていないパルス信号を試験信号として被試験機器に供給することができるので、被試験機器の評価試験を容易化して従来の評価システムよりも生産性を高くすることができる。
- [0034] さらに、本発明によるパルスパターンジェネレータでは、ローパスフィルタから平滑化して出力される所望のパルスパターンを有するパルス信号は、前記パルス信号に含まれる信号成分のうち、予め定められた周波数範囲の信号成分が減衰されている。
- [0035] これにより、本発明によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムは、電気通信ネットワークや光通信ネットワーク等で実際に伝送されるパルス信号波形に近似したパルス信号波形で被試験機器を評価することができるので、評価結果の信頼性を高めることができる。

図面の簡単な説明

- [0036] [図1]図1は、本発明による通信機器評価システムの第1の実施形態の概略的な構成を示すブロック図である。
- [図2]図2は、図1に示した第1の実施形態による通信機器評価システムに用いられるパルスパターンジェネレータのパルス発生部の回路構成を示すブロック図である。

[図3A]図3Aは、図2に示した基本パルス発生回路及び変形パルス発生回路によって発生される基本パルス及び変形パルスを説明するために示す図である。

[図3B]図3Bは、図2に示した信号合波器によって図3Aに示した基本パルス及び変形パルスを合波して階段波で形成される4値のパルス信号が生成される例を説明するために示す図である。

[図4A]図4Aは、図2に示した信号合波器によって生成される4値のパルス信号を示す図である。

[図4B]図4Bは、図2に示したローパスフィルタ通過後のパルス信号を示す図である。

[図4C]図4Cは、図2に示したローパスフィルタ通過後のパルス信号のアイ波形の一例を示す図である。

[図5]図5は、図1に示した第1の実施形態による通信機器評価システムの動作を説明するために示すフローチャートである。

[図6]図6は、図2に示したパルス発生部によって階段波で形成される6値のパルス信号が生成される変形例を説明するために示す図である。

[図7]図7は、本発明の第2の実施の形態による通信機器評価システムが備えるパルスパターンジェネレータのパルス発生部の回路構成を示すブロック図である。

[図8A]図8Aは、図7に示したパルス発生部によって階段波で形成される8値のパルス信号が生成される例を説明するために示す図である。

[図8B]図8Bは、図7に示したパルス発生部のアイ波形設定部によって設定されるアイが開かないパルス信号の一例を示す図である。

[図8C]図8Cは、図8Bに示したパルス発生部のアイ波形設定部によって設定されるアイが開かないパルス信号がローパスフィルタ通過後にアイが開いていないアイ波形として観測されるの一例を示す図である。

[図9]図9は、本発明による通信機器評価システムの第3の実施形態の概略的な構成を示すブロック図である。

[図10]図10は、図9に示した第3の実施形態による通信機器評価システムの動作を説明するために示すフローチャートである。

[図11]図11は、本発明の第4の実施の形態による通信機器評価システムが備えるパ

ルスパターンジェネレータのパルス発生部の回路構成を示すブロック図である。

[図12]図12は、図11に示したパルス発生部によって階段波で形成される4値のパルス信号及びその4値のパルス信号のローパスフィルタ通過後の出力波を示す図である。

[図13]図13は、本発明の第5の実施の形態による通信機器評価システムが備えるパルスパターンジェネレータのパルス発生部の回路構成を示すブロック図である。

[図14]図14は、本発明の第6の実施の形態による通信機器評価システムが備えるパルスパターンジェネレータのパルス発生部の回路構成を示すブロック図である。

[図15]図15は、図14に示したパルス発生部によって階段波で形成される6値のパルス信号及びその6値のパルス信号のローパスフィルタ通過後の出力波を示す図である。

[図16]図16は、本発明の第7の実施の形態による通信機器評価システムが備えるパルスパターンジェネレータのパルス発生部の回路構成を示すブロック図である。

[図17]図17は、本発明の第8の実施の形態による通信機器評価システムが備えるパルスパターンジェネレータのパルス発生部の回路構成を示すブロック図である。

[図18]図18は、図17に示したパルス発生部によって階段波で形成される6値のパルス信号のローパスフィルタ通過後のアイ波形の一例を示す図である。

[図19]図19は、図17に示したパルス発生部によって階段波で形成される6値のパルス信号のローパスフィルタ通過前のアイ波形の一例を示す図である。

[図20A]図20Aは、図17に示したパルス発生部によって階段波で形成される6値のパルス信号に基づいて得られるのローパスフィルタ通過後のアイ波形としてアイ開口度の高い例を示す図である。

[図20B]図20Bは、図17に示したパルス発生部によって階段波で形成される6値のパルス信号に基づいて得られるのローパスフィルタ通過後のアイ波形としてアイ開口度の低い例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0037] 以下、本発明によるパルスパターンジェネレータ及びそれを用いる通信機器評価システムの幾つかの実施の形態について、図面を参照して説明する。

[0038] (第1の実施の形態)

まず、本発明の第1の実施の形態に係るパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムの構成について説明する。

[0039] なお、本実施の形態に係るパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムが、電気通信で使用する装置、例えば、トランシーバ、ルータ等を被試験機器(以下「DUT」という。)として評価する場合を例に挙げて説明する。

[0040] 図1に示すように、本実施の形態のパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム10は、パルス信号を発生するパルスパターンジェネレータ11と、このパルスパターンジェネレータ11から出力されるパルス信号に基づいて電気通信で 사용되는通信機器であるDUT15の諸特性を測定するデジタル信号測定器16と、パルスパターンジェネレータ11から出力されるパルス信号をモニタするサンプリングオシロスコープ17とを備えている。

[0041] パルスパターンジェネレータ11は、所定のビット列で所定の振幅値変化を有する信号の立ち上がり及び立ち下がりが階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生するパルス発生手段としてのパルス発生部12と、このパルス発生部12で発生されるパルス信号の振幅値をアイパターン化したときのアイ開口度(Vertical Eye Closure Penalty:以下「VECP」という。)を前記階段波で形成されたパルス信号のレベルに基づいて設定する振幅値設定部13aを含むアイ開口度設定部13と、前記パルス発生部12で発生されるパルス信号に含まれる信号成分のうち所定の周波数以上の信号成分を減衰させ、且つ、前記階段波で形成されたパルス信号を平滑化して出力するローパスフィルタ14とを備え、前記振幅値設定部13aによって設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を前記ローパスフィルタ14から出力可能としたことを特徴としている。

[0042] パルス発生部12は、図2に示すように、所定のビット列で所定の振幅値変化を有する信号の立ち上がり及び立ち下がりの少なくとも一方が階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生するために、基本パルス信号を発生する基本パルス発生回路12aと、この基本パルス発生回路12aによって発生される基本パルス信号21を所定のパルス波形のパルス信号に変形した変形パルス信号22を発生する変形パ

ルス発生回路12bと、これら基本パルス発生回路12aによって発生された基本パルス信号21と変形パルス発生回路12bによって発生された変形パルス信号22とを合波して階段波を含むパルス信号23を出力する信号合波器12cとを備えている。

[0043] 具体的には、基本パルス発生回路12aは、図3Aの上側に示すように、所定のビット列で所定の振幅値、例えば、第1レベルaと第2レベルbとを含む所定の振幅を有する2値の基本パルス信号21を発生するようになっている。

[0044] また、変形パルス発生回路12bは、図3Aの下側に示すように、前記基本パルス発生部12aによって発生される前記基本パルス信号21のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号21の所定の振幅値より小さい振幅値を有すると共に、前記基本パルス信号21の位相と異なる位相を有する変形パルスを発生するために、基本パルス信号21の位相に対し、例えば、1ビット分だけ時間(位相)を遅延させると共に、振幅を予め設定された値に縮小した変形パルス信号22を発生するようになっている。

[0045] 変形パルス信号22は、第1レベルcと第2レベルdとを含む所定の振幅(ただし、基本パルス信号21の振幅よりも小さい振幅とする)を有する2値のパルス信号である。

[0046] また、信号合波器12cは、図3Bに示すように、基本パルス信号21と変形パルス信号22とを合波して4値のパルス信号23を発生するようになっている。

[0047] この4値のパルス信号23は、第1レベルaと、第2レベルeと、第3レベルfと、第4レベルbとを有し、例えば、立ち上がり期間 $t_1 \sim t_2$ や立ち下がり期間 $t_3 \sim t_4$ 等において信号波形が階段状に変化する階段波になっている。

[0048] アイ開口度設定部13はパルス発生部12に対して振幅値設定部13aを介して、図4Aに示すように、4値のパルス信号23の第1レベルaと第2レベルeとの差であるレベルAと、第3レベルfと第4レベルbとの差であるレベルBとをストレス試験で定められたVECPの規格に基づいて設定するようになっている。

[0049] ここで、VECPについて説明する。

[0050] 図4Cに示されたアイ波形25は、サンプリングオシロスコープ17で観測されるパルス信号、すなわちDUT15に入力されるパルス信号の振幅値をアイパターン化したものである。

[0051] VECPは、アイ波形25におけるレベルC及びDによって次式で定められる。

[0052] なお、この場合、レベルCはアイ開口レベル、レベルDは符号間干渉を除いたレベルを表している。

[0053] $VECP(dB) = 10 \times \text{Log}(D/C)$ (1)

例えば、VECPを2.6dBとしてDUT15を評価する場合、レベルDに対してレベルCが約55%になるようレベルA及びBがアイ開口度設定部13からパルス発生部12に対して振幅値設定部13aを介して設定される。

[0054] ここで、アイ開口度設定部13は、図3に示された基本パルス信号21の振幅と変形パルス信号22の振幅との比率を変更することによって、レベルA及びBを所望の値に設定することができる。

[0055] なお、アイ開口度設定部13が、所望のVECPが得られるようレベルA及びBのいずれかのレベルを設定する構成としてもよい。

[0056] ローパスフィルタ14は、前記階段波で形成されたパルス信号を平滑化して出力する際に、予め定められたカットオフ周波数以上の信号を減衰させることによって、実際の通信ネットワークにおいて伝送されるパルス信号の波形に近い波形を出力するようになっている。

[0057] 具体的には、図4Aに示されたパルス信号23がローパスフィルタ14に入力された場合、ローパスフィルタ14は、例えば、図4Bに示すようなパルス信号24を出力するようになっている。

[0058] デジタル信号測定器16は、例えば、マイクロプロセッサ、ROM、RAM、ディスプレイ、キーボード等で構成され、VECPの規格でレベルが設定されたパルス信号を受信した際のDUT15の諸特性、例えば、エラーレート、パルス信号の波長、パルス信号のレベル等の各データや分布データ等の取得及び波形観測ができるようになっている。

[0059] また、デジタル信号測定器16は、DUT15がエラーを発生した際に、エラーの分布データやエラー発生箇所の波形データ等を取得するようになっている。

[0060] サンプリングオシロスコープ17は、垂直増幅器、水平増幅器、トリガパルス発生器、アナログ／デジタル(A/D)変換器、陰極線管(CRT)等を備え、入力された電気信

号の波形をCRTに表示するようになっている。

- [0061] 次に、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム10の動作について、図1乃至5に基づいて説明する。
- [0062] 図5において、まず、基本パルス発生回路12aによって、例えば、図3Aの上側に示すような2値の基本パルス信号21が発生される(ステップS1)。
- [0063] 次に、変形パルス発生回路12bによって、例えば、基本パルス信号21に対して時間軸が1ビット分だけ時間(位相)遅延され、振幅が予め設定された値に縮小された図3Aの下側に示すような変形パルス信号22が発生される(ステップS2)。
- [0064] 次に、信号合波器12cによって、基本パルス信号21と変形パルス信号22とが合波され、立ち上がり期間及び立ち下がり期間における振幅値を階段状にした4値のパルス信号23が生成される(ステップS3)。
- [0065] 続いて、アイ開口度設定部13によって、VECPに基づいて図4Aに示された4値のパルス信号23のレベルA及びBが設定されることによりアイ開口度が設定される(ステップS4)。
- [0066] ここで、アイ開口度の設定は、サンプリングオシロスコープ17に表示されるアイ波形25をモニタしながら行なわれる。
- [0067] 具体的には、サンプリングオシロスコープ17に表示されるアイ波形25をモニタすることによって得られるアイ波形25のレベルC及びDの測定値を式(1)に代入して所望のVECPが得られるように、4値のパルス信号23のレベルA及びBがアイ開口度設定部13によって変更設定される。
- [0068] 次に、ローパスフィルタ14によって、4値のパルス信号23は当該4値のパルス信号23に含まれる信号成分のうちカットオフ周波数以上の高周波成分が減衰されて平滑化されることにより、所望のパルス波形に変更されて出力される(ステップS5)。
- [0069] そして、デジタル信号測定器16によって、DUT15である電気通信装置の評価が実施される(ステップS6)。
- [0070] 具体的には、DUT15のエラーレート、パルス信号の波長、パルス信号のレベル等の各データ等やエラーの分布データ、エラー発生箇所の波形データ等が取得される。

- [0071] 以上のように、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム10によれば、パルス発生部12は、信号の立ち上がり及び立ち下がりが階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生し、アイ開口度設定部13は、パルス信号の振幅値をアイパターン化したときのVECPを階段波のレベルに基づいて設定する構成としたので、電気通信で使用する被試験機器のストレス試験を容易化して従来の評価システムよりも生産性を高くすることができる。
- [0072] なお、本実施の形態において、信号の立ち上がり及び立ち下がりが階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号23を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。
- [0073] 例えば、信号の立ち上がり及び立ち下がりの少なくとも一方が階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を使用しても同様な効果を得ることができる。
- [0074] また、本実施の形態において、パルス発生部12が発生する基本パルス信号21と変形パルス信号22とを合成し、合成して得られた4値のパルス信号23が有する階段波の振幅をアイ開口度設定部13が振幅値設定部13aを介して調整する例で説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。
- [0075] 例えば、アイ開口度設定部13が、変形パルス信号22の振幅値を予め設定した後、基本パルス信号21と合成して4値のパルス信号23を得る構成としても同様の効果が得られる。
- [0076] また、アイ開口度設定部13が階段波以外の振幅値、例えば、4値のパルス信号23のレベルa及びbを調整する構成としてもよい。
- [0077] また、本実施の形態において、4値のパルス信号23でストレス試験を実施する例で説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。
- [0078] 例えば、6値や8値等のパルス信号でストレス試験を実施する構成としても同様の効果が得られる。
- [0079] 例えば、図6に示すような6値のパルス信号26でストレス試験を実施する場合は、レベルgに対してレベルh及びレベルiの値と、レベルmに対してレベルj及びレベルkの値とをアイ開口度設定部13によって変更して所望のアイ開口度を設定すればよい。
- [0080] なお、パルス信号26は、ローパスフィルタ14を通過した際、例えば、図6に破線で

示されたパルス信号27のようになる。

[0081] また、本実施の形態において、電気通信で使用される装置を被試験機器として試験する場合を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0082] 例えば、階段波を有するパルス信号を使用して評価できる装置を被試験機器として試験できるものであれば同様の効果が得られる。

[0083] (第2の実施の形態)

まず、本発明の第2の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムの構成について図7により説明する。

[0084] なお、本実施の形態では、パルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムが、アイ開口度が極めて低いパルス信号、又は、アイが開いていないパルス信号をアイが開いたパルス信号に変換する装置、例えば、イコライザをDUTとして評価する場合を例に挙げて説明する。

[0085] ただし、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムは、図1に示した本発明の第1の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム10におけるパルスパターンジェネレータ11を変更したものであり、その他の構成は図1と同様である。

[0086] したがって、図7において、図1と同様な構成については図示を省略する。

[0087] 図7に示すように、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムのパルスパターンジェネレータ30は、信号の立ち上がり及び立ち下がりが階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生するパルス発生手段としてのパルス発生部31と、パルス信号の振幅値をアイパターン化したときのアイ波形の形状を設定する振幅値設定手段としてのアイ波形設定部32とを備えている。

[0088] なお、アイ波形の形状は、アイが開いている状態の波形形状及びアイが開いていない状態の波形形状を含んでいる。

[0089] パルス発生部31は、基本パルス発生回路12aとして、2値のパルス信号を発生する2値パルス信号発生回路31aと、変形パルス発生回路12bとして、2値パルス信号発生回路31aから出力される2値のパルス信号を1ビット遅延させる1ビット遅延回路31

b及び2値パルス信号発生回路31aから出力される2値のパルス信号を2ビット遅延させる2ビット遅延回路31cと、これら2値パルス信号発生回路31a、1ビット遅延回路31b及び2ビット遅延回路31cの出力信号を合波して8値のパルス信号33を出力する信号合波器31dとを備えている。

[0090] 具体的には、パルス発生部31は、例えば、図8Aに示すように、レベルnからレベルp, q, r, s, t, u, vまでの振幅値を有する8値のパルス信号33を発生するようになっている。

[0091] この図8Aに示す8値のパルス信号33は、「01111001010001」を表している。

[0092] アイ波形設定部32は、パルス信号33の階段波のレベルを所定の値に設定し、例えば、図8Bに示された8値のパルス信号34を出力するようになっている。

[0093] この8値のパルス信号34をサンプリングオシロスコープ17(図1参照)でモニタすると、図8Cに示すようにアイが開いていない波形35となっている。

[0094] すなわち、この場合、アイ波形設定部32は、入力されたパルス信号をアイが開かないパルス信号に変換することができるようになっている。

[0095] 次に、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムの動作について説明する。

[0096] ただし、本発明の第1の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム10と同様な動作については詳細な説明を省略する。

[0097] まず、基本パルス発生回路としての2値パルス信号発生回路31aによって、2値のパルス信号が発生される。

[0098] 次に、変形パルス発生回路としての1ビット遅延回路31b及び2ビット遅延回路31cによって、2値パルス信号発生回路31aが発生した2値のパルス信号より、それぞれ、1ビット及び2ビット遅延したパルス信号が発生される。

[0099] 次に、信号合波器31dによって、2値パルス信号発生回路31aが発生した2値のパルス信号と1ビット遅延回路31b及び2ビット遅延回路31cによってそれぞれ、1ビット及び2ビット遅延したパルス信号との3つのパルス信号が合波されることにより、8ビットのパルス信号33が発生される。

[0100] 続いて、アイ波形設定部32によって、パルス信号33の階段波のレベルが所定値に

設定され、アイが開いていない波形35が得られるパルス信号34が出力される。

[0101] このパルス信号34は、ローパスフィルタ14を介してDUT15に入力され、デジタル信号測定器16によって、DUT15の特性が評価される。

[0102] その結果、アイが開いていない波形35のパルス信号34に対し、DUT15がどれ程のアイ開口度を有するパルス信号を出力することができるかが試験されることとなる。

[0103] 以上のように、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムによれば、パルス発生部31は、信号の立ち上がり及び立ち下がりが階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生し、アイ波形設定部32は、階段波のレベルを設定してアイが開いていない波形35が得られるパルス信号34を出力する構成としたので、アイが開いていないパルス信号をアイが開口したパルス信号に変換する被試験機器を評価する試験を容易化することができるので、生産ラインでストレス試験を実施する際の生産性を従来の評価システムよりも高くすることができる。

[0104] なお、本実施の形態において、アイ波形設定部32が8値のパルス信号でアイが開いていないパルス信号を設定する場合を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0105] 例えば、アイ波形設定部32が、信号の立ち上がり又は立ち下がりが階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号でアイ開口度が極めて低いパルス信号、又は、アイが開いていないパルス信号を設定するものであれば同様の効果が得られる。

[0106] (第3の実施の形態)

まず、本発明の第3の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムの構成について図9により説明する。

[0107] なお、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムでは、光通信で使用される装置、例えば光トランシーバ、光トランスポンダ等をDUTとして評価する場合を例に挙げて説明する。

[0108] ただし、図9において、本発明の第1の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム10と同様な構成については、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

- [0109] 図9に示すように、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム40は、パルスパターンジェネレータ11と、このパルスパターンジェネレータ11から出力されるパルス信号を光信号に変換する電気／光コンバータ(以下「E／Oコンバータ」という。)41と、光信号のレベルを所定値に調整する光アッテネータ(以下「光ATT」という。)42と、光通信で使用される装置であるDUT15の諸特性を測定するデジタル信号測定器16と、光ATT42から出力される光信号を電気信号に変換してモニタするサンプリングオシロスコープ44とを備えている。
- [0110] E／Oコンバータ41は、レーザダイオードを備えた光送信部やインターフェース部等で構成され、パルスパターンジェネレータ11から出力される電氣的なパルス信号を光パルス信号に変換して光ファイバ45aに出力するようになっている。
- [0111] 光ATT42は、光ファイバ45aから入力された光信号のレベルを所定値に調整して光ファイバ45bに出力するようになっている。
- [0112] デジタル信号測定器16は、例えば、マイクロプロセッサ、リードオンリメモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、ディスプレイ、キーボード等で構成され、VECPの規格でレベルが設定された光信号を受信した際のDUT43の諸特性、例えばエラーレート、光信号の波長、光信号のレベル等の各データや分布データ等の取得及び波形観測を行うことができるようになっている。
- [0113] また、デジタル信号測定器16は、DUT43がエラーを発生した際に、エラーの分布データやエラー発生箇所の波形データ等を取得するようになっている。
- [0114] サンプリングオシロスコープ44は、垂直増幅器、水平増幅器、トリガパルス発生器、A／D変換器、E／Oコンバータ、CRT等を備え、入力された光信号を電気信号に変換して波形をCRTに表示するようになっている。
- [0115] 次に、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム40の動作について、図9及び図10に基づいて説明する。
- [0116] ただし、本発明の第1の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム10と同様な動作については、詳細な説明を省略する。
- [0117] すなわち、図10のステップS5において、階段波で形成されたパルス信号がローパスフィルタ14によって高周波成分が減衰され、且つ、平滑化されたパルス信号が、E

／Oコンバータ41によって、光信号に変換される(ステップS7)。

[0118] さらに、光ATT42によって、光信号のレベルが所定値に設定され(ステップS8)、DUT43に出力される。

[0119] そして、デジタル信号測定器16によって、DUT43である光通信装置の評価が実施される(ステップS9)。

[0120] 具体的には、DUT43のエラーレート、光信号の波長、光信号のレベル等の各データ等やエラーの分布データ、エラー発生箇所の波形データ等が取得される。

[0121] 以上のように、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム40によれば、パルス発生部12は、信号の立ち上がり及び立ち下がりが階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生し、アイ開口度設定部13は、パルス信号の振幅値をアイパターン化したときのVECPを階段波のレベルに基づいて設定する構成としたので、光通信で使用されるDUT43のストレス試験を容易化して従来の評価システムよりも生産性を高くすることができる。

[0122] (第4の実施の形態)

まず、本発明の第4の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムの構成について図11により説明する。

[0123] なお、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムは、図1に示した本発明の第1の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム10におけるパルスパターンジェネレータ11のパルス発生部12を変更したものであり、その他の構成は図1と同様である。

[0124] したがって、図11においては、パルス発生部12のみを図示し、その他の図1と同様な構成については図示を省略する。

[0125] 図11に示すように、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムのパルスパターンジェネレータ11のパルス発生部12は、信号の立ち上がり及び立ち下がりが階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生するために、所定のビット列で、所定の振幅を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発生回路12aと、前記基本パルス発生回路12aによって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の位相と同じか又

は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号を発生する第1の変形パルス発生回路12b1と、前記基本パルス発生回路12aによって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2の変形パルス信号を発生する第2の変形パルス発生回路12b2と、前記基本パルス発生回路12aによって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第3の変形パルス信号を発生する第3の変形パルス発生回路12b3と、前記第1、第2及び第3の変形パルス発生回路12b1、12b2、12b3によって発生される前記第1、第2及び第3の変形パルス信号を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波器12cとを有している。

[0126] さらに、第1の変形パルス発生回路12b1は、基本パルス信号21を受けて、その位相を遅らせるための第1の遅延部12b11と、この第1の遅延部12b11から出力されたパルス信号の振幅を調整するための第1の振幅調整部12b12とを有している。

[0127] 同様に、第2の変形パルス発生回路12b2は、基本パルス信号21を受けて、その位相を遅らせるための第2の遅延部12b21と、この第2の遅延部12b21から出力されたパルス信号の振幅を調整するための第2の振幅調整部12b22とを有している。

[0128] 同様に、第3の変形パルス発生回路12b3は、基本パルス信号21を受けて、その位相を遅らせるための第3の遅延部12b31と、この第3の遅延部12b31から出力されたパルス信号の振幅を調整するための第3の振幅調整部12b32とを有している。

[0129] ここで、第1の遅延部12b11、第2の遅延部12b21及び第3の遅延部12b31のそれぞれの遅延量は、 $(\text{第1の遅延部12b11の遅延量}) < (\text{第2の遅延部12b21の遅延量}) < (\text{第3の遅延部12b31の遅延量})$ という関係が成り立つように設定されている。

[0130] また、第1の遅延部12b11の遅延量は0としても良いし、あるいは、第1の遅延部12b11を省略する構成としても良い。

[0131] さらに、第2の変形パルス発生回路12b2は、信号合波器12cで合波されて形成される階段波の基準となる基準パルス信号22bを発生する基準パルス発生回路である。

- [0132] したがって、この第2の変形パルス発生回路12b2の第2の振幅調整部12b22を省略する構成としても良い。
- [0133] 具体的には、基本パルス発生回路12aは、所定のビット列で、所定の振幅を有する基本パルス信号(基本波)21を発生する。
- [0134] また、第1の変形パルス発生回路12b1は、前記基本パルス信号の位相と同じか又は遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/4$ の振幅を有する第1の変形パルス信号(基準パルス -180°)22aを発生する。
- [0135] また、第2の変形パルス発生回路12b2は、図12に示すような前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量 180° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅と同じ振幅を有する第2の変形パルス信号22bを発生する。
- [0136] この第2の変形パルス信号22bは、すなわち、基準パルス信号22bである。
- [0137] また、第3の変形パルス発生回路12b3は、図12に示すような前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量 180° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/4$ の振幅を有する第3の変形パルス信号(基準パルス $+180^\circ$)22cを発生する。
- [0138] また、信号合波器12cは、これらの第1の変形パルス22a、第2の変形パルス22b及び第3の変形パルス信号22cとを合波して図12に示すような前記階段波で形成されたパルス信号(合成波)23を出力する。
- [0139] そして、この階段波で形成されたパルス信号(合成波)23は、図1のローパスフィルタを通過することにより、平滑化された図12に示すようなフィルタ出力波24として被試験機器のストレス試験に供するために、図1のDUT15及びサンプリングオシロスコープ17に送出される。
- [0140] この場合、図1のアイ開口度設定部13から振幅値設定部13aを介してパルス発生部12の基本パルス発生回路12aと、第1及び第2の変形パルス発生回路12b1、12b2に対して、最終的に、フィルタ出力波24が所望のアイ開口度を有するように、第1の変形パルス信号(基準パルス -180°)22a、第2の変形パルス信号(基準パルス)22b及び第3の変形パルス信号(基準パルス $+180^\circ$)22cとが所定の振幅値関係及び位相関係となるように調整されているものとする。
- [0141] また、未知のE/Oコンバータと接続されたとき等は、前述した第3の実施の形態と

同様に、VECPをサンプリングオシロスコープからのフィードバック情報を使って調整することもある。

[0142] (第5の実施の形態)

まず、本発明の第5の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムの構成について図13により説明する。

[0143] なお、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムは、図11に示した本発明の第4の実施の形態によるパルスパターンジェネレータ11のパルス発生部12を変更したものであるので、以下では、第4の実施の形態との差異について説明する。

[0144] 図13に示すように、基本パルス発生回路12aは、所定のビット列で、所定の振幅を有する基本パルス信号(基本波)21を発生する。

[0145] また、第1の変形パルス発生回路12b1は、前記基本パルス信号の位相と同じか又は遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/4$ の振幅を有する第1の変形パルス信号(基準パルス -180°)22aを発生する。

[0146] また、第2の変形パルス発生回路12b2は、第1の変形パルス発生回路12b1の第1の遅延部12b11からの出力を受けて、図12に示すような前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量 180° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅と同じ振幅を有する第2の変形パルス信号22bを発生する。

[0147] この第2の変形パルス信号22bは、すなわち、基準パルスである。

[0148] また、第3の変形パルス発生回路12b3は、第2の変形パルス発生回路12b2の第2の遅延部12b21からの出力を受けて、図12に示すような前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量 180° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/4$ の振幅を有する第3の変形パルス信号(基準パルス $+180^\circ$)22cを発生する。

[0149] また、信号合波器12cは、これらの第1の変形パルス信号22a、第2の変形パルス信号22b及び第3の変形パルス信号22cとを合波して図12に示すような前記階段波で形成されたパルス信号(合成波)23を出力する。

[0150] なお、前述した第4の実施の形態においては、第1の遅延部12b11、第2の遅延部12b21及び第3の遅延部12b31のそれぞれの遅延量は、(第1の遅延部12b11の

遅延量) < (第2の遅延部12b21の遅延量) < (第3の遅延部12b31の遅延量)という関係が成り立つように設定されていたが、本実施の形態においては、上記の関係を満たす必要はない。

[0151] 以下の説明は、前述した第4の実施の形態と同様であるので省略する。

[0152] (第6の実施の形態)

まず、本発明の第6の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムの構成について図14により説明する。

[0153] なお、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムは、図1に示した本発明の第1の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器の装置評価システム10におけるパルスパターンジェネレータ11のパルス発生部12を変更したものであり、その他の構成は図1と同様である。

[0154] したがって、図14においては、パルス発生部12のみを図示し、その他の図1と同様な構成については図示を省略する。

[0155] 図14に示すように、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムのパルスパターンジェネレータ11のパルス発生部12は、信号の立ち上がり及び立ち下がり階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生するために、所定のビット列で、所定の振幅を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発生回路12aと、前記基本パルス発生回路12aによって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の位相と同じか又は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号を発生する第1の変形パルス発生回路12b1と、前記基本パルス発生回路12aによって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の位相と異なる位相を有する変形パルスとして前記基本パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2、第3、第4及び第5の変形パルス信号を発生する第2、第3、第4及び第5の変形パルス発生回路12b2、12b3、12b4、12b5と、前記第1乃至第5の変形パルス発生回路12b1、12b2、12b3、12b4、12b5によって発生される前記第1乃至第5の変形パルス信号とを合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波器12cとを有している。

- [0156] さらに、第1の変形パルス発生回路12b1は、基本パルス信号21を受けて、その位相を遅らせるための第1の遅延部12b11と、この第1の遅延部12b11から出力されたパルス信号の振幅を調整するための第1の振幅調整部12b12とを有している。
- [0157] 同様に、第2の変形パルス発生回路12b2は、基本パルス信号21を受けて、その位相を遅らせるための第2の遅延部12b21と、この第2の遅延部12b21から出力されたパルス信号の振幅を調整するための第2の振幅調整部12b22とを有している。
- [0158] 同様に、第3の変形パルス発生回路12b3は、基本パルス信号21を受けて、その位相を遅らせるための第3の遅延部12b31と、この第3の遅延部12b31から出力されたパルス信号の振幅を調整するための第3の振幅調整部12b32とを有している。
- [0159] 同様に、第4の変形パルス発生回路12b4は、基本パルス信号21を受けて、その位相を遅らせるための第4の遅延部12b41と、この第4の遅延部12b41から出力されたパルス信号の振幅を調整するための第4の振幅調整部12b42とを有している。
- [0160] 同様に、第5の変形パルス発生回路12b5は、基本パルス信号21を受けて、その位相を遅らせるための第5の遅延部12b51と、この第5の遅延部12b51から出力されたパルス信号の振幅を調整するための第5の振幅調整部12b52とを有している。
- [0161] ここで、第1の遅延部12b11、第2の遅延部12b21、第3の遅延部12b31、第4の遅延部12b41及び第5の遅延部12b51のそれぞれの遅延量は、(第1の遅延部12b11の遅延量) < (第2の遅延部12b21の遅延量) < (第3の遅延部12b31の遅延量) < (第4の遅延部12b41の遅延量) < (第5の遅延部12b51の遅延量)という関係が成り立つように設定されている。
- [0162] また、第1の遅延部12b11の遅延量は0としても良いし、あるいは、第1の遅延部12b11を省略する構成としても良い。
- [0163] さらに、第3の変形パルス発生回路12b3は、信号合波器12cで合波されて形成される階段波の基準となる基準パルス信号22bを発生する基準パルス発生回路である。
- [0164] したがって、第3の振幅調整部12b32を省略する構成としても良い。
- [0165] 具体的には、基本パルス発生回路12aは、所定のビット列で、所定の振幅を有する基本パルス信号(基本波)21を発生する。

- [0166] また、第1の変形パルス発生回路12b1は、前記基本パルス信号の位相と同じか又は遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/4$ の振幅を有する第1の変形パルス信号(基準パルス -180°)22a1を発生する。
- [0167] また、第2の変形パルス発生回路12b2は、図15に示すような前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量 90° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/2$ の振幅を有する第2の変形パルス信号(基準パルス -90°)22a2を発生する。
- [0168] また、第3の変形パルス発生回路12b3は、図15に示すような前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量 90° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅と同じ振幅を有する第3の変形パルス信号22bを発生する。
- [0169] この第3の変形パルス信号22bは、すなわち、基準パルスである。
- [0170] また、第4の変形パルス発生回路12b4は、図15に示すような前記第3の変形パルス信号の位相よりも所定量 90° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/2$ の振幅を有する第4の変形パルス(基準パルス $+90^\circ$)22c1を発生する。
- [0171] また、第5の変形パルス発生回路12b5は、図15に示すような前記第4の変形パルス信号の位相よりも所定量 90° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/4$ の振幅を有する第5の変形パルス(基準パルス $+180^\circ$)22c2を発生する。
- [0172] また、信号合波器12cは、これらの第1の変形パルス22a1、第2の変形パルス22a2、第3の変形パルス22b、第4の変形パルス22c1及び第5の変形パルス22c2とを合波して図15に示すような前記階段波で形成されたパルス信号(合成波)23を出力する。
- [0173] そして、この階段波で形成されたパルス信号(合成波)23は、図1のローパスフィルタを通過することにより、平滑化された図15に示すようなフィルタ出力波24として被試験機器のストレス試験に供するために、図1のDUT15及びサンプリングオシロスコープ17に送出される。
- [0174] この場合、図1のアイ開口度設定部13から振幅値設定部13aを介してパルス発生部12の第1、第2、第3、第4及び第5の変形パルス発生回路12b1、12b2、12b3、12b4、12b5に対して、最終的に、フィルタ出力波24が所望のアイ開口度を有するように、第1の変形パルス信号(基準パルス -180°)22a1、第2の変形パルス信号(基

準パルス -90°) 22a2、第3の変形パルス信号(基準パルス) 22b、第4の変形パルス信号(基準パルス $+90^{\circ}$) 22c1及び第5の変形パルス信号(基準パルス $+180^{\circ}$) 22c2とが所定の振幅値関係及び位相関係となるように調整されているものとする。

[0175] また、未知のE/Oコンバータと接続されたとき等は、前述した第3の実施の形態の同様に、VECPをサンプリングオシロスコープからのフィードバック情報を使って調整することもある。

[0176] (第7の実施の形態)

まず、本発明の第7の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムの構成について図16により説明する。

[0177] なお、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムは、図14に示した本発明の第6の実施の形態によるパルスパターンジェネレータ11のパルス発生部12を変更したものであるので、以下では、第6の実施の形態との差異について説明する。

[0178] 図16に示すように、基本パルス発生回路12aは、所定のビット列で、所定の振幅を有する基本パルス信号(基本波) 21を発生する。

[0179] また、第1の変形パルス発生回路12b1は、前記基本パルス信号の位相と同じか又は遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/4$ の振幅を有する第1の変形パルス信号(基準パルス -180°) 22a1を発生する。

[0180] また、第2の変形パルス発生回路12b2は、第1の変形パルス発生回路12b1の第1の遅延部12b11からの出力を受けて、図15に示すような前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量 90° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の $1/2$ の振幅を有する第2の変形パルス信号(基準パルス -90°) 22a2を発生する。

[0181] また、第3の変形パルス発生回路12b3は、第2の変形パルス発生回路12b2の第2の遅延部12b21からの出力を受けて、図15に示すような前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量 90° だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅と同じ振幅を有する第3の変形パルス信号22bを発生する。

[0182] この第3の変形パルス信号22bは、すなわち、基準パルスである。

[0183] また、第4の変形パルス発生回路12b4は、第3の変形パルス発生回路12b3の第3遅延部12b31からの出力を受けて、図15に示すような前記第3の変形パルス信号の位相よりも所定最90°だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の1/2の振幅を有する第4の変形パルス信号(基準パルス+90°)22c1を発生する。

[0184] また、第5の変形パルス発生回路12b5は、第4の変形パルス発生回路12b4の第4の遅延部12b41からの出力を受けて、図15に示すような前記第4の変形パルス信号の位相よりも所定量90°だけ遅れた位相で、且つ、前記所定の振幅の1/4の振幅を有する第5の変形パルス信号(基準パルス+180°)22c2を発生する。

[0185] また、信号合波器12cは、これらの第1の変形パルス信号22a1、第2の変形パルス信号22a2、第3の変形パルス信号22b、第4の変形パルス信号22c1及び第5の変形パルス信号22c2とを合波して図15に示すような前記階段波で形成されたパルス信号(合成波)23を出力する。

[0186] なお、前述した第4の実施の形態においては、第1の遅延部12b11、第2の遅延部12b21、第3の遅延部12b31、第4の遅延部12b41及び第5の遅延部12b51のそれぞれの遅延量は、(第1の遅延部12b11の遅延量) < (第2の遅延部12b21の遅延量) < (第3の遅延部12b31の遅延量) < (第4の遅延部12b41の遅延量) < (第5の遅延部12b51の遅延量)という関係が成り立つように設定されていたが、本実施の形態においては、上記の関係を満たす必要はない。

[0187] 以下の説明は、前述した第6の実施の形態と同様であるので省略する。

[0188] (第8の実施の形態)

まず、本発明の第8の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムの構成について図17により説明する。

[0189] なお、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムは、図1に示した本発明の第1の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器の装置評価システム10におけるパルスパターンジェネレータ11のパルス発生部12を変更したものであり、その他の構成は図1と同様である。

[0190] したがって、図17においては、パルス発生部12とローパスフィルタ14のみを図示し、その他の図1と同様な構成については図示を省略する。

[0191] すなわち、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムのパルスパターンジェネレータ11のパルス発生部12は、信号の立ち上がり及び立ち下がりが階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生するために、前記基本パルス発生回路12a及び前記変形パルス発生回路12bとして、初段をマスターとして2段以降がそれぞれスレーブとなる関係になされていると共に、初段のデータ端子に、所定のデータ周波数を有するデータが供給され、且つ、各段のクロック端子には、前記データ周波数の2倍の周波数を有するクロックが共通に供給されていることにより、中間段からの出力を基準パルス信号(基準波)としたとき前記中間段より前の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ進んだ位相を有する所定数の第1の変形パルス信号(マイナス位相変形波)を出力すると共に、前記中間段より後の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ遅れた位相を有する所定数の第2の変形パルス信号(プラス位相変形波)を出力する複数段縦続接続されたフリップフロップFF1, FF2, …と、前記複数段縦続接続されたフリップフロップFF1, FF2, …の各段の出力を各別に受ける複数段の増幅器A1, A2, …と、前記複数段の増幅器A1, A2, …のそれぞれの出力を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部100とを備え、前記振幅値設定部13, 13aは、前記複数段の増幅器A1, A2, …のそれぞれのゲイン設定部1, 2, …に対して、最終的に、ローパスフィルタ14からの出力が所望のアイ開口度を有するように、前記基準パルス信号(基準波)と、前記第1の変形パルス信号(マイナス位相変形波)及び第2の変形パルス信号(プラス位相変形波)とが所定の振幅値関係となるようなゲインに設定するゲイン設定部101, 102, 103を含むことを特徴とする。

[0192] 具体的には、本実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムのパルスパターンジェネレータ11のパルス発生部12は、図17に示すように、5段縦続接続されたフリップフロップFF1, FF2, FF3, FF4, FF5と、これらのフリップフロップFF1, FF2, FF3, FF4, FF5の各段の出力を各別に受ける5段の増幅器A1, A2, A3, A4, A5とを有している。

[0193] ここで、5段縦続接続されたフリップフロップFF1, FF2, FF3, FF4, FF5は、初段のフリップフロップFF1にDフリップフロップの内部でマスター段として用いられるフリ

ップフロップを使用し、2段以降のフリップフロップFF2, FF3, FF4, FF5がDフリップフロップの内部でスレーブ段として用いられるフリップフロップを使用する構成になっている。

- [0194] そして初段のフリップフロップFF1のデータ端子に、例えば、10GHz帯のデータが供給されるとするとき、各段のフリップフロップFF1, FF2, FF3, FF4, FF5のクロック端子には、データ周波数の2倍の周波数 $2 \times 10\text{GHz}$ を有するクロックが共通に供給されているものとする。
- [0195] これにより、5段従続接続されたフリップフロップFF1, FF2, FF3, FF4, FF5においては、それぞれ、データがクロックの立ち上がり及び立ち下がりエッジ毎にホールドされながら、初段から最終段までデータがクロックの立ち上がり及び立ち下がりエッジ毎にシフトされることになる。
- [0196] このため、3段目のフリップフロップFF3からの出力を基準波としたとき、初段のフリップフロップFF1からは、基準波 -180° の位相関係を有した第1の変形波が出力されることになる。
- [0197] 同様にして、2段目のフリップフロップFF2からは、基準波 -90° の位相関係を有した第2の変形波が出力されることになる。
- [0198] 同様にして、4段目のフリップフロップFF4からは、基準波 $+90^\circ$ の位相関係を有した第3の変形波が出力されることになる。
- [0199] 同様にして、5段目のフリップフロップFF4からは、基準波 $+180^\circ$ の位相関係を有した第4の変形波が出力されることになる。
- [0200] そして、3段目のフリップフロップFF3から出力される基準波は、3段目の増幅器A3に供給される。
- [0201] また、初段のフリップフロップFF1から出力される基準波 -180° の位相関係を有した第1の変形波は、初段の増幅器A1に供給される。
- [0202] また、2段目のフリップフロップFF2から出力される基準波 -90° の位相関係を有した第2の変形波は、2段目の増幅器A2に供給される。
- [0203] 同様にして、4段目のフリップフロップFF4から出力される基準波 $+90^\circ$ の位相関係を有した第3の変形波は、4段目の増幅器A4に供給される。

- [0204] 同様に、5段目のフリップフロップFF4から出力される基準波 $+180^\circ$ の位相関係を有した第4の変形波は、5段目の増幅器A5に供給される。
- [0205] すなわち、これらの基準波及び第1乃至第4の変形波は、第5の実施の形態の図14に示した基準パルス信号(基準波)22bと、第1の変形パルス信号(基準波 -180°)22a1、第2の変形パルス信号(基準波 -90°)22a2、第3の変形パルス信号(基準波 $+90^\circ$)22c1及び第4の変形パルス信号(基準波 $+180^\circ$)22c2と同様の位相関係を有して各段の増幅器A1, A2, A3, A4, A5から出力されることになる。
- [0206] そして、これらの各段の増幅器A1, A2, A3, A4, A5から出力されるそれぞれのパルス信号22b, 22a1, 22a2, 22c1, 22c2は、図1の信号合波器12cに相当する信号合波部100で合波された後、ローパスフィルタ14を通過することにより、平滑化された図14に示すようなフィルタ出力波24として被試験機器のストレス試験に供するために、図1のDUT15及びサンプリングオシロスコープ17に送出される。
- [0207] ここで、各段の増幅器A1, A2, A3, A4, A5には、図1のアイ開口度設定部13及び振幅値設定部13aを構成する設定部101、CPU102及びデジタル／アナログ(D／A)変換器103を介して、それぞれのゲイン設定部1, 2, 3, 4, 5に対して、最終的に、フィルタ出力波24が所望のアイ開口度を有するように、基準パルス信号(基準波)22bと、第1の変形パルス信号(基準波 -180°)22a1、第2の変形パルス信号(基準波 -90°)22a2、第3の変形パルス信号(基準波 $+90^\circ$)22c1及び第4の変形パルス信号(基準波 $+180^\circ$)22c2とが所定の振幅値関係となるようなゲインが設定されているものとする。
- [0208] 具体的には、設定部101により所望のアイ開口度が設定されると、CPU102がその設定された所望のアイ開口度に基づいて各段の増幅器A1, A2, A3, A4, A5から出力されるそれぞれのパルス信号22b, 22a1, 22a2, 22c1, 22c2が所定の振幅値となるように、各段の増幅器A1, A2, A3, A4, A5のそれぞれのゲイン設定部1, 2, 3, 4, 5に対して設定すべく所定のゲイン設定値を演算により算出するかあるいはそれらを予めテーブル形式で記憶しているCPU102内のROMから読み出してデジタルデータでデジタル／アナログ(D／A)変換器103に出力する。
- [0209] また、前述した第3の実施の形態と同様に、未知のE／Oコンバータと接続されたと

き等は、D/A変換器103に出力するデジタルデータをサンプリングオシロスコープからのフィードバック情報を使って調整することもできる。

- [0210] デジタル／アナログ(D/A)変換器103は、それらのデジタルデータをアナログ値に変換して各段の増幅器A1, A2, A3, A4, A5のそれぞれのゲイン設定部1, 2, 3, 4, 5に対して設定する。
- [0211] なお、図17において2段目の増幅器A2と4段目の増幅器A4とを省略した構成とすることにより、第4の実施の形態の図12に示した基準パルス信号(基準波)22bと、第1の変形パルス信号(基準波 -180°)22a、第2の変形パルス信号(基準波 $+180^\circ$)22cと同様の位相関係を有して各段の増幅器A1, A3, A5から出力されることになる。
- [0212] さらに、図17において1段目の増幅器A1と5段目の増幅器A5とを省略した構成とし、入力するクロックをデータと同期する(1倍の)クロックとすることでも、第4の実施の形態の図12に示した基準パルス信号(基準波)22bと、第1の変形パルス信号(基準波 -180°)22a、第3の変形パルス信号(基準波 $+180^\circ$)22cと同様の位相関係を有して各段の増幅器A2, A3, A4から出力されることになる。
- [0213] 図18は、フィルタ出力波24を、図1のサンプリングオシロスコープ17で観測したときのアイ波形を示しており、このアイ波形はVECP=2.31dbのアイ開口度を有している。
- [0214] 図19は、ローパスフィルタ通過前の階段波で形成されたパルス信号(合成波)23を、図1のサンプリングオシロスコープ17で観測したときのアイ波形を示しており、このアイ波形は図18に示したフィルタ出力波24のそれと比較して平滑化されていないのが一目瞭然である。
- [0215] 図20A, Bは、本実施の形態において、基本波と各変形波との振幅値関係及び位相関係を適宜に調整すると共に、ローパスフィルタ14との組み合わせによって得られるアイ波形を示している。
- [0216] すなわち、図20Aに示すアイ波形は高いアイ開口度の場合であるのに対し、図20Bに示すアイ波形は低いアイ開口度の場合である。
- [0217] なお、第4乃至第8実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機

器評価システムによっても、図1に示した本発明の第1の実施の形態によるパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム10と同様の効果が得られることはないまでもない。

- [0218] したがって、以上のような本発明によれば、従来技術による問題点を解消して、パルスパターンジェネレータ自体で設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を発生することができるように改良すると共に、このように改良されたパルスパターンジェネレータを通信機器評価システムに用いることにより、被試験機器の評価試験を容易化して従来の評価システムよりも生産性を高くすることができるようにしたパルスパターンジェネレータ及びそれを用いる通信機器評価システムを提供することが可能となる。

産業上の利用可能性

- [0219] 以上のように、本発明によるパルスパターンジェネレータ及びそれを用いる通信機器評価システムによれば、パルスパターンジェネレータ自体で設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を発生することができるという効果を有し、そのパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システムは、被試験機器に対する評価試験を容易化して従来の評価システムよりも生産性を高くすることができるという効果を有し、電気通信装置や光通信装置等を評価するパルス信号を発生するパルスパターンジェネレータ及びそれを用いる通信機器置評価システム等として有用である。

請求の範囲

- [1] 所定のビット列で所定の振幅値変化を有する信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方において階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生するパルス発生部と、
前記パルス発生部によって発生される前記階段波で形成されたパルス信号を平滑化して出力するローパスフィルタと、
前記ローパスフィルタからの出力をアイパターン化したときのアイ波形を所定のアイ開口度に設定するために、前記パルス信号を形成する階段波の振幅値を設定値に基づいて調整する振幅値設定部とを備え、
前記振幅値設定部によって設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を前記ローパスフィルタから出力可能としたことを特徴とするパルスパターンジェネレータ。
- [2] 前記パルス発生部(12)は、
所定のビット列で所定の振幅値を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発生部と、
前記基本パルス発生部によって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の所定の振幅値と異なる振幅値を有すると共に、前記基本パルス信号の位相と異なる位相を有する変形パルス信号を発生する変形パルス発生部と、
前記基本パルス発生部によって発生される前記基本パルス信号と、前記変形パルス発生部によって発生される前記変形パルス信号とを合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部と、
を含むことを特徴とする請求項1記載のパルスパターンジェネレータ。
- [3] 前記パルス発生部は、
所定のビット列で所定の振幅値を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発生部と、
前記基本パルス発生部によって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する複数の変

形パルス信号を発生する複数の変形パルス発生部と、

前記複数の変形パルス発生部によって発生される前記複数の変形パルス信号を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部と、
を含むことを特徴とする請求項1記載のパルスパターンジェネレータ。

- [4] 前記複数の変形パルス発生部は、
前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号を発生する第1の変形パルス発生部と、
前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2の変形パルス信号を発生する第2の変形パルス発生部と、
前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第3の変形パルス信号を発生する第3の変形パルス発生部と、
を含むことを特徴とする請求項3記載のパルスパターンジェネレータ。
- [5] 前記複数の変形パルス発生部は、
前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号を発生する第1の変形パルス発生部と、
前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2の変形パルス信号を発生する第2の変形パルス発生部と、
前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第3の変形パルス信号を発生する第3の変形パルス発生部と、
前記第3の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第4の変形パルス信号を発生する第4の変形パルス発生部と、
前記第4の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第5の変形パルス信号を発生する第5の変形パルス発生部と、
を含むことを特徴とする請求項3記載のパルスパターンジェネレータ。
- [6] 前記パルス発生部は、
前記基本パルス発生回路として、2値のパルス信号を発生する2値パルス信号発生回路と、
前記変形パルス発生回路として、前記2値パルス信号発生回路から出力される2値

のパルス信号を1ビット遅延させる1ビット遅延回路及び前記2値パルス信号発生回路から出力される2値のパルス信号を2ビット遅延させる2ビット遅延回路と、

前記2値パルス信号発生回路、前記1ビット遅延回路及び前記2ビット遅延回路の各出力信号を合波して8値のパルス信号を出力する信号合波部と、
を含むことを特徴とする請求項1記載のパルスパターンジェネレータ。

[7] 前記パルス発生部は、

前記基本パルス発生回路及び前記変形パルス発生回路として、初段をマスターとして2段以降がそれぞれスレーブとなる関係になされていると共に、初段のデータ端子に、所定のデータ周波数を有するデータが供給され、且つ、各段のクロック端子には、前記データ周波数の2倍の周波数を有するクロックが共通に供給されていることにより、中間段からの出力を基準パルス信号(基準波)としたとき前記中間段より前の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ進んだ位相を有する所定数の第1の変形パルス信号(マイナス位相変形波)を出力すると共に、前記中間段より後の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ遅れた位相を有する所定数の第2の変形パルス信号(プラス位相変形波)を出力する複数段縦続接続されたフリップフロップと、

前記複数段縦続接続されたフリップフロップの各段の出力を各別に受ける複数段の増幅器と、

前記複数段の増幅器のそれぞれの出力を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部とを備え、

前記振幅値設定部は、前記複数段の増幅器のそれぞれのゲイン設定部に対して、最終的に、前記ローパスフィルタからの出力が所望のアイ開口度を有するように、前記基準パルス信号(基準波)と、前記第1の変形パルス信号(マイナス位相変形波)及び第2の変形パルス信号(プラス位相変形波)とが所定の振幅値関係となるようなゲインに設定するゲイン設定部を含むことを特徴とする請求項1記載のパルスパターンジェネレータ。

[8] 所定のビット列で所定の振幅値変化を有する信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方において階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生す

るパルス発生部と、

前記パルス発生部によって発生される前記階段波で形成されたパルス信号を平滑化して出力するローパスフィルタと、

前記ローパスフィルタからの出力をアイパターン化したときのアイ波形を所定のアイ開口度に設定するために、前記パルス信号を形成する階段波の振幅値を設定値に基づいて調整する振幅値設定部とを備え、

前記振幅値設定部によって設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を前記ローパスフィルタから出力可能とするパルスパターンジェネレータと、

前記パルスパターンジェネレータの前記ローパスフィルタから出力される前記設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号に基づいて被試験機器の所定の特性を評価する特性評価装置と、
を備えたことを特徴とするパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム。

[9] 前記パルスパターンジェネレータの前記パルス発生部は、

所定のビット列で所定の振幅値を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発生部と、

前記基本パルス発生部によって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の所定の振幅値と異なる振幅値を有すると共に、前記基本パルス信号の位相と異なる位相を有する変形パルスが発生する変形パルス発生部と、

前記基本パルス発生部によって発生される前記基本パルス信号と、前記変形パルス発生部によって発生される前記変形パルス信号とを合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部と、
を含むことを特徴とする請求項8記載のパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム。

[10] 前記パルス発生部は、

所定のビット列で所定の振幅値を有する基本パルス信号を発生する基本パルス発

生部と、

前記基本パルス発生部によって発生される前記基本パルス信号のビット列と同一のビット列で、前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する複数の変形パルス信号を発生する複数の変形パルス発生部と、

前記複数の変形パルス発生部によって発生される前記複数の変形パルス信号を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部と、
を含むことを特徴とする請求項8記載のパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム。

[11] 前記複数の変形パルス発生部は、

前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号を発生する第1の変形パルス発生部と、

前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2の変形パルス信号を発生する第2の変形パルス発生部と、

前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第3の変形パルス信号を発生する第3の変形パルス発生部と、

を含むことを特徴とする請求項10記載のパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム。

[12] 前記複数の変形パルス発生部は、

前記基本パルス信号の位相と同じ又は遅れた位相を有する第1の変形パルス信号を発生する第1の変形パルス発生部と、

前記第1の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第2の変形パルス信号を発生する第2の変形パルス発生部と、

前記第2の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第3の変形パルス信号を発生する第3の変形パルス発生部と、

前記第3の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第4の変形パルス信号を発生する第4の変形パルス発生部と、

前記第4の変形パルス信号の位相よりも所定量だけ遅れた位相を有する第5の変形パルス信号を発生する第5の変形パルス発生部と、

を含むことを特徴とする請求項10記載のパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム。

- [13] 前記パルスパターンジェネレータのパルス発生部は、
 前記基本パルス発生回路として、2値のパルス信号を発生する2値パルス信号発生回路と、
 前記変形パルス発生回路として、前記2値パルス信号発生回路から出力される2値のパルス信号を1ビット遅延させる1ビット遅延回路及び前記2値パルス信号発生回路から出力される2値のパルス信号を2ビット遅延させる2ビット遅延回路と、
 前記2値パルス信号発生回路、前記1ビット遅延回路及び前記2ビット遅延回路の各出力信号を合波して8値のパルス信号を出力する信号合波部と、
 を含むことを特徴とする請求項8記載のパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム。

- [14] 前記パルスパターンジェネレータのパルス発生部は、
 前記基本パルス発生回路及び前記変形パルス発生回路として、初段をマスターとして2段以降がそれぞれスレーブとなる関係になされていると共に、初段のデータ端子に、所定のデータ周波数を有するデータが供給され、且つ、各段のクロック端子には、前記データ周波数の2倍の周波数を有するクロックが共通に供給されていることにより、中間段からの出力を基準パルス信号(基準波)としたとき前記中間段より前の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ進んだ位相を有する所定数の第1の変形パルス信号(マイナス位相変形波)を出力すると共に、前記中間段より後の段から前記基準波の位相よりも所定の位相量だけ遅れた位相を有する所定数の第2の変形パルス信号(プラス位相変形波)を出力する複数段縦続接続されたフリップフロップと、
 前記複数段縦続接続されたフリップフロップの各段の出力を各別に受ける複数段の増幅器と、
 前記複数段の増幅器のそれぞれの出力を合波して前記階段波で形成されたパルス信号を出力する信号合波部とを備え、
 前記振幅値設定部は、前記複数段の増幅器のそれぞれのゲイン設定部に対して、

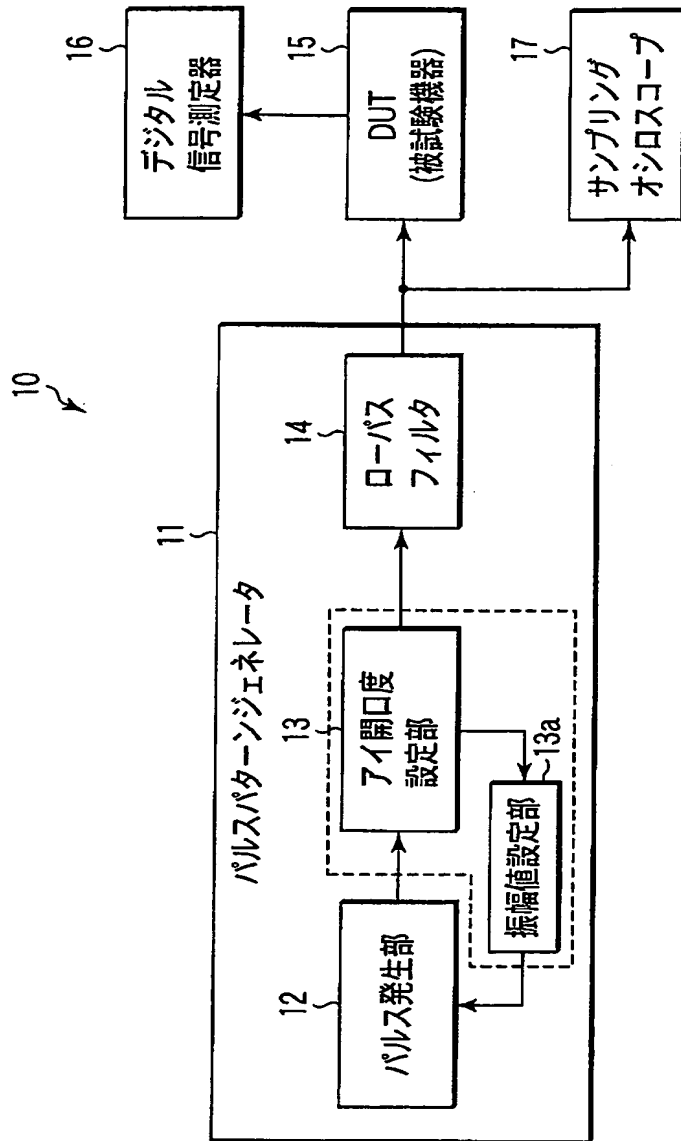
最終的に、前記ローパスフィルタからの出力が所望のアイ開口度を有するように、前記基準パルス信号(基準波)と、前記第1の変形パルス信号(マイナス位相変形波)及び第2の変形パルス信号(プラス位相変形波)とが所定の振幅値関係となるようなゲインに設定するゲイン設定部を含むことを特徴とするを含むことを特徴とする請求項8記載のパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム。

- [15] 前記被試験機器は、電気信号及び光信号の少なくとも一方によって通信する通信機器であることを特徴とする請求項8記載のパルスパターンジェネレータを用いる通信機器評価システム。

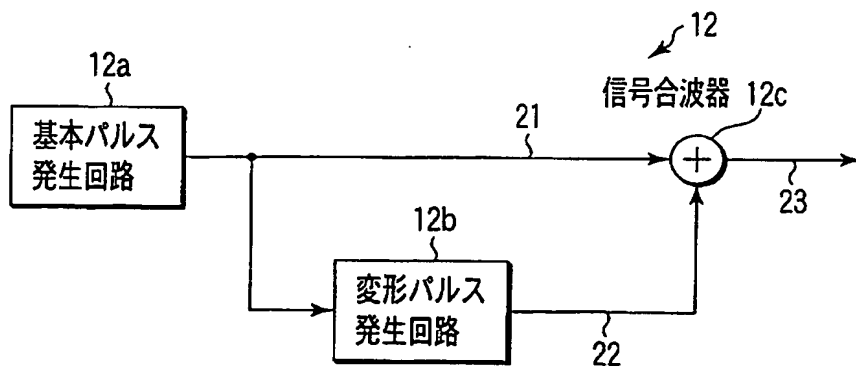
要 約 書

パルスパターンジェネレータ(11)は、パルス発生部(12)と、ローパスフィルタ(14)と、パルス発生部(12)は、振幅値設定部(13, 13a)とを有する。前記パルス発生部(12)は、信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方において階段状に変化する階段波で形成されたパルス信号を発生する。前記ローパスフィルタ(14)は、前記パルス発生部(11)によって発生される前記パルス信号を平滑化して出力する。前記振幅値設定部(13, 13a)は、前記ローパスフィルタ(14)からの出力をアイパターン化したときのアイ波形の形状を設定値に基づいて設定するために、前記パルス信号を形成する階段波の振幅値を調整する。前記パルスパターンジェネレータ(11)は、設定された所定のアイ開口度を有する所望のパルスパターンを有するパルス信号を前記ローパスフィルタ(14)から出力可能とする。

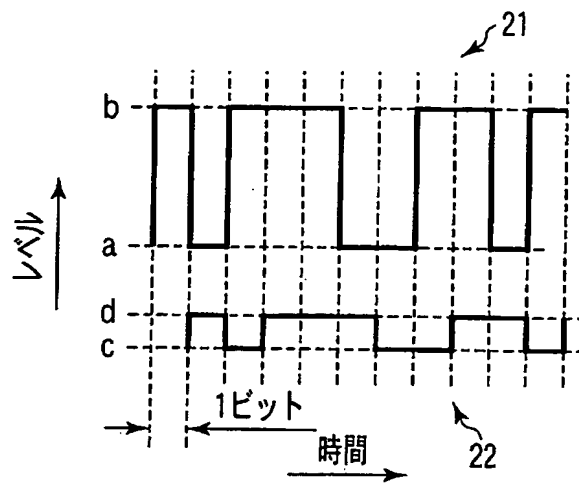
[図1]



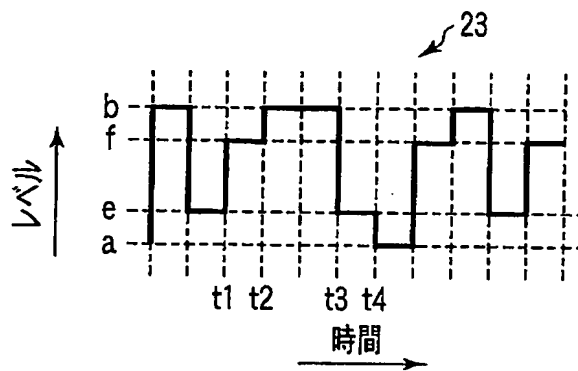
[図2]



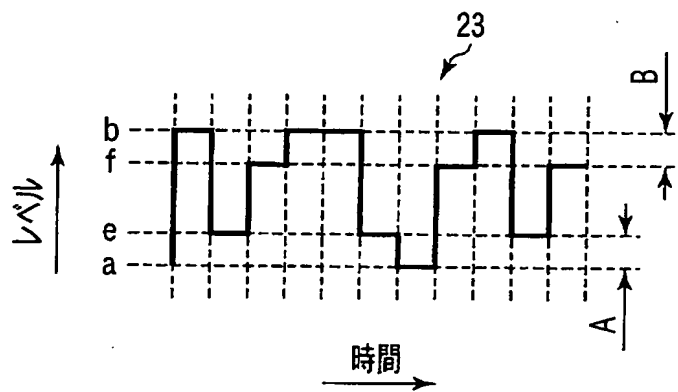
[図3A]



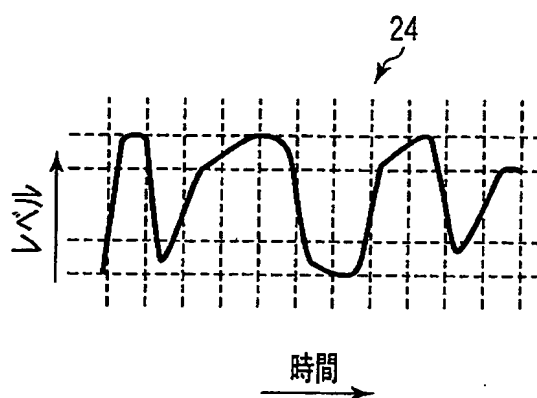
[図3B]



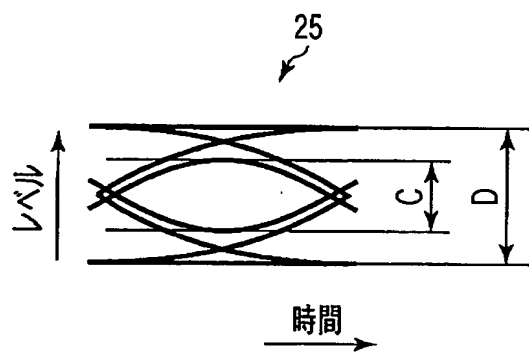
[図4A]



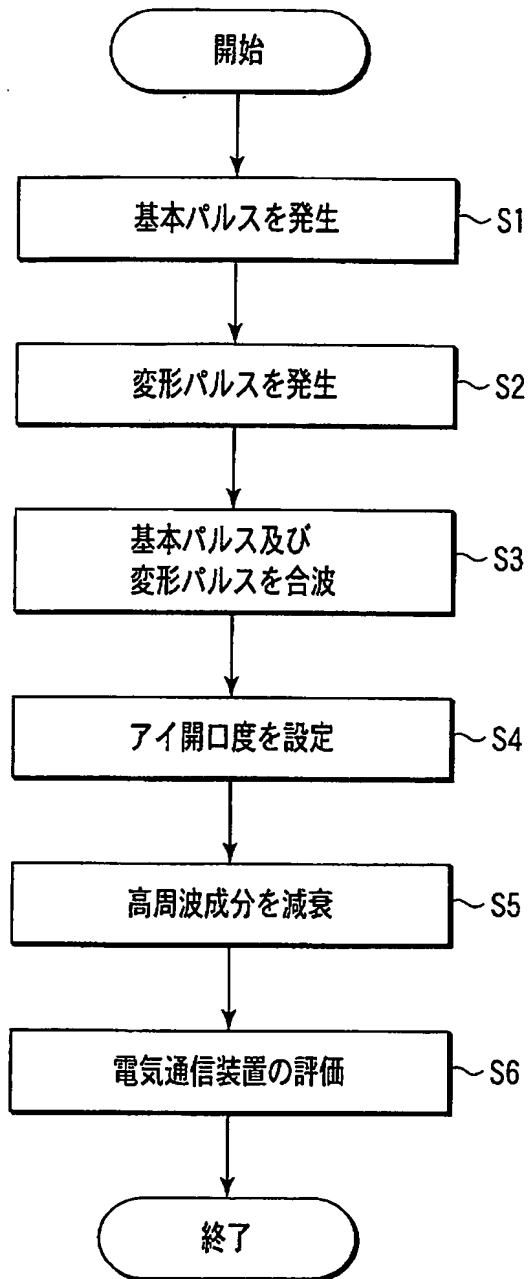
[図4B]



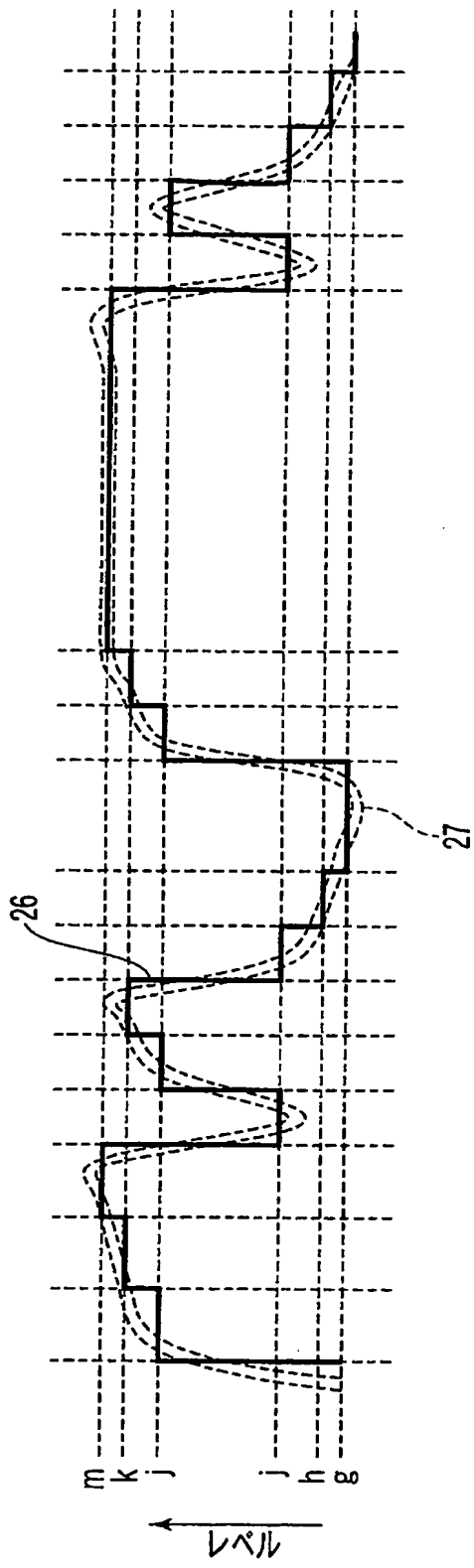
[図4C]



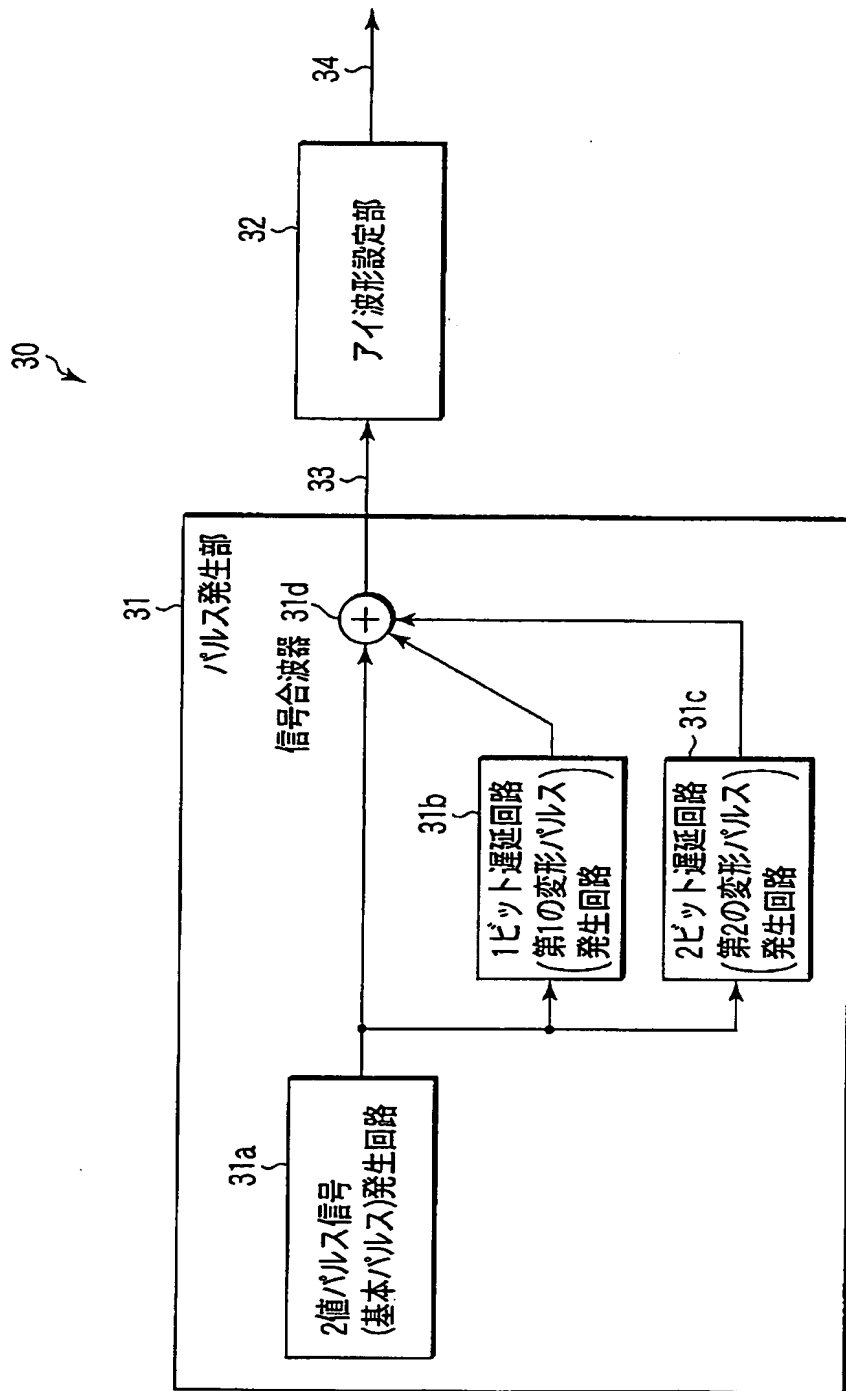
[図5]



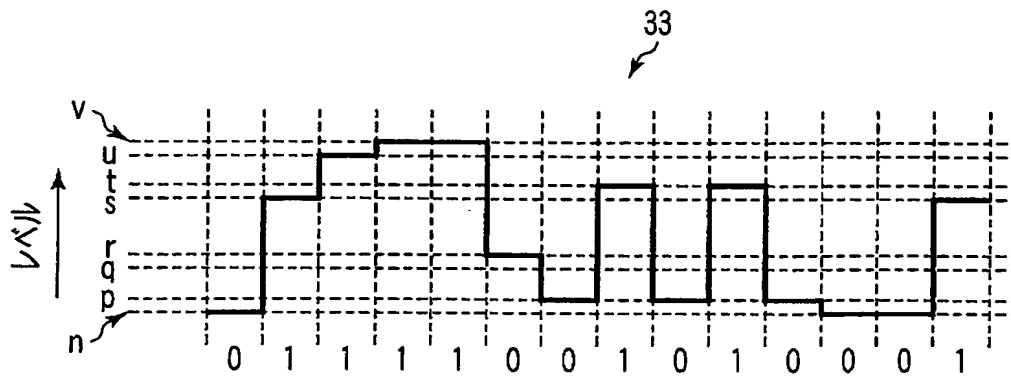
[図6]



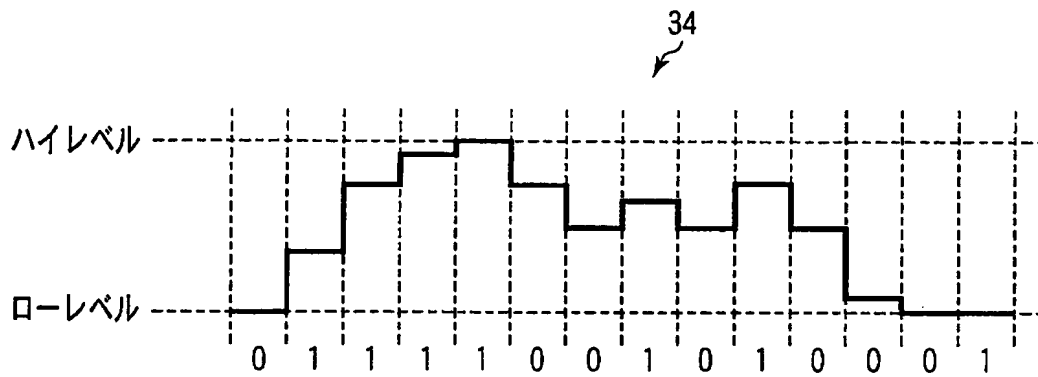
[図7]



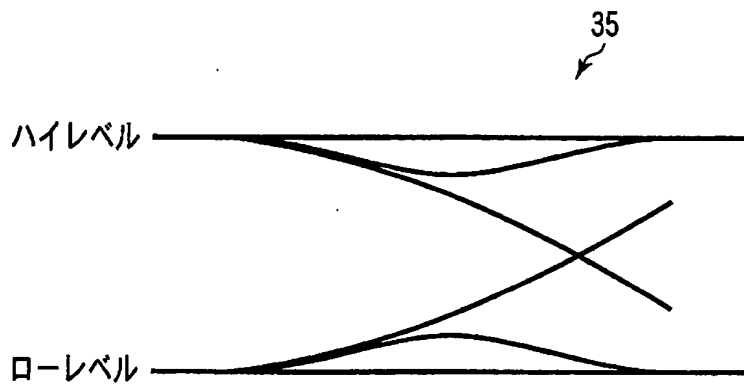
[図8A]



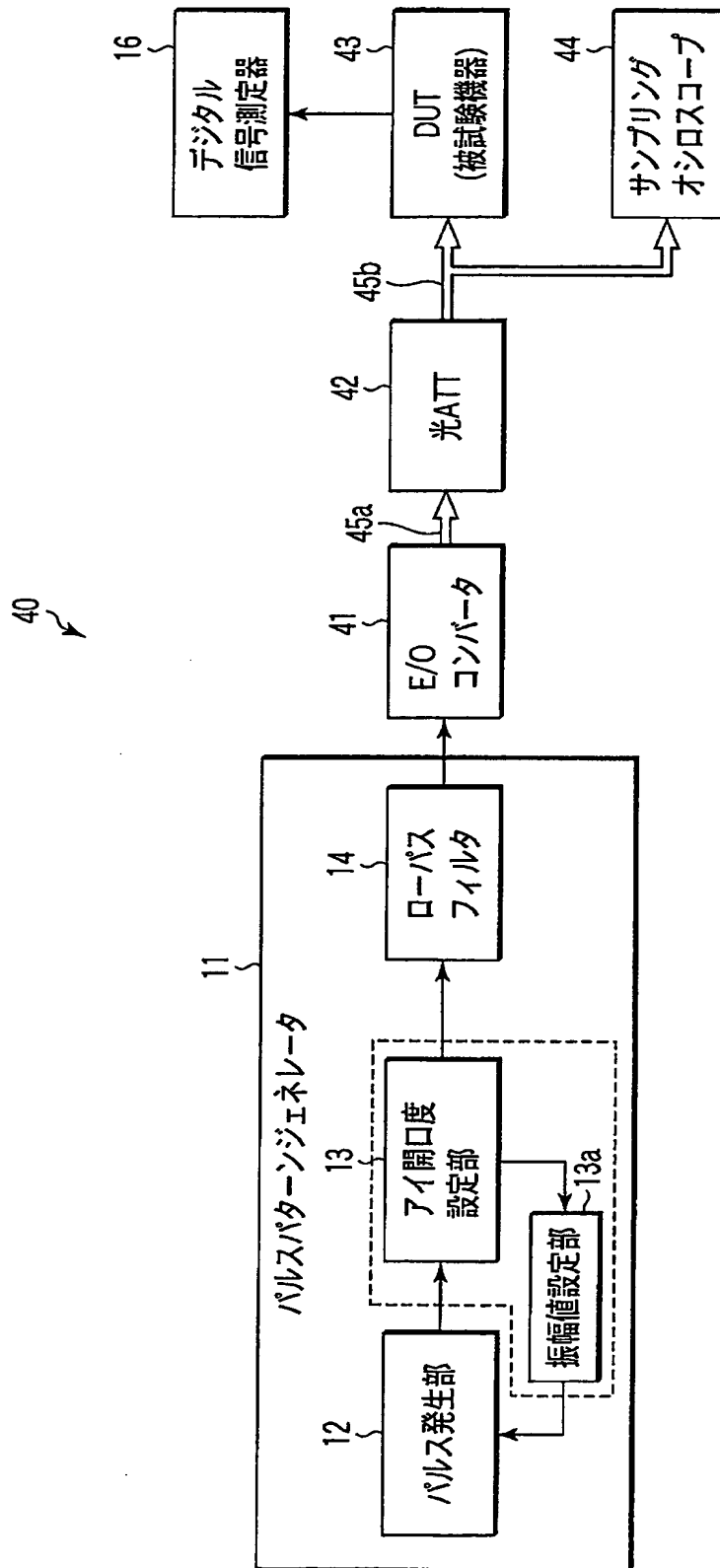
[図8B]



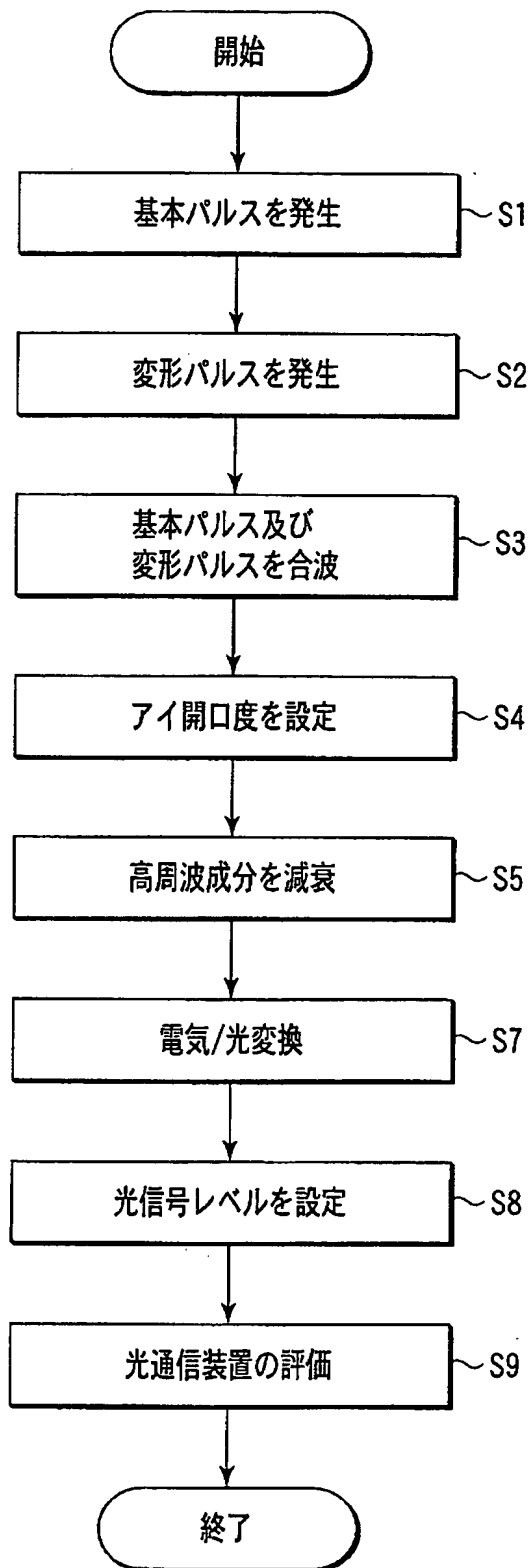
[図8C]



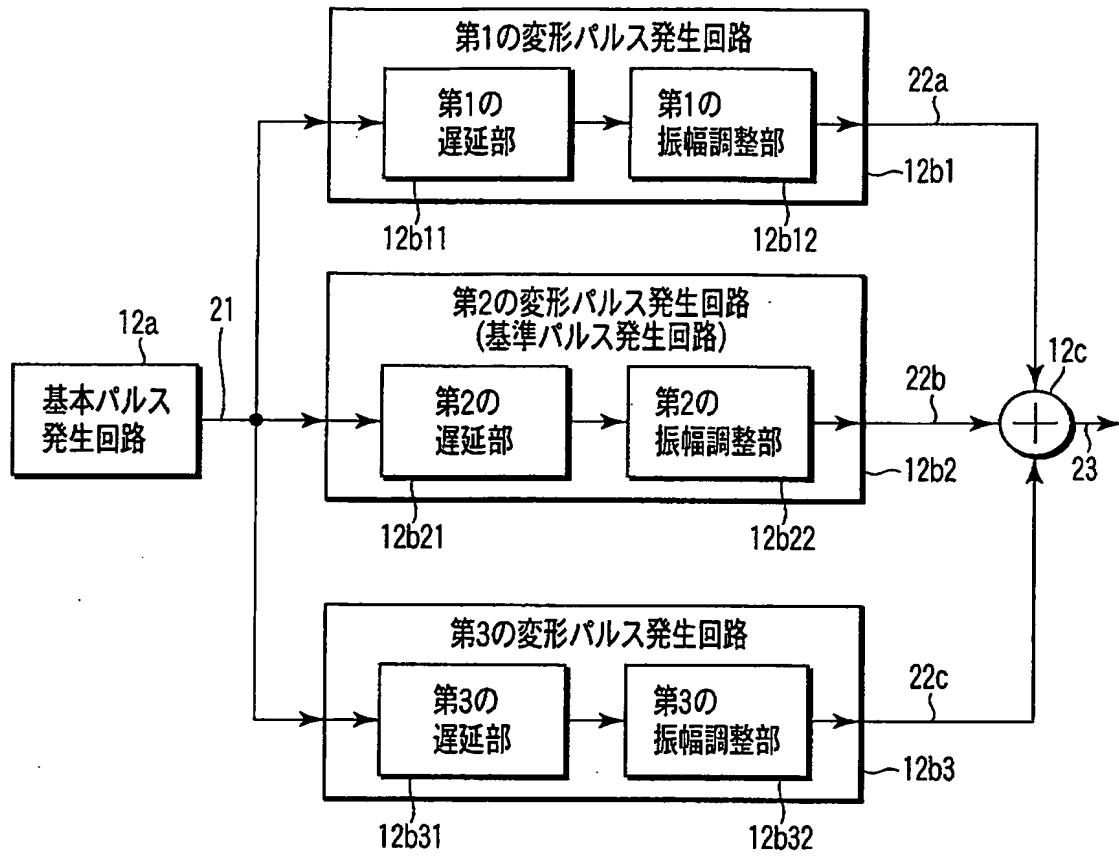
[図9]



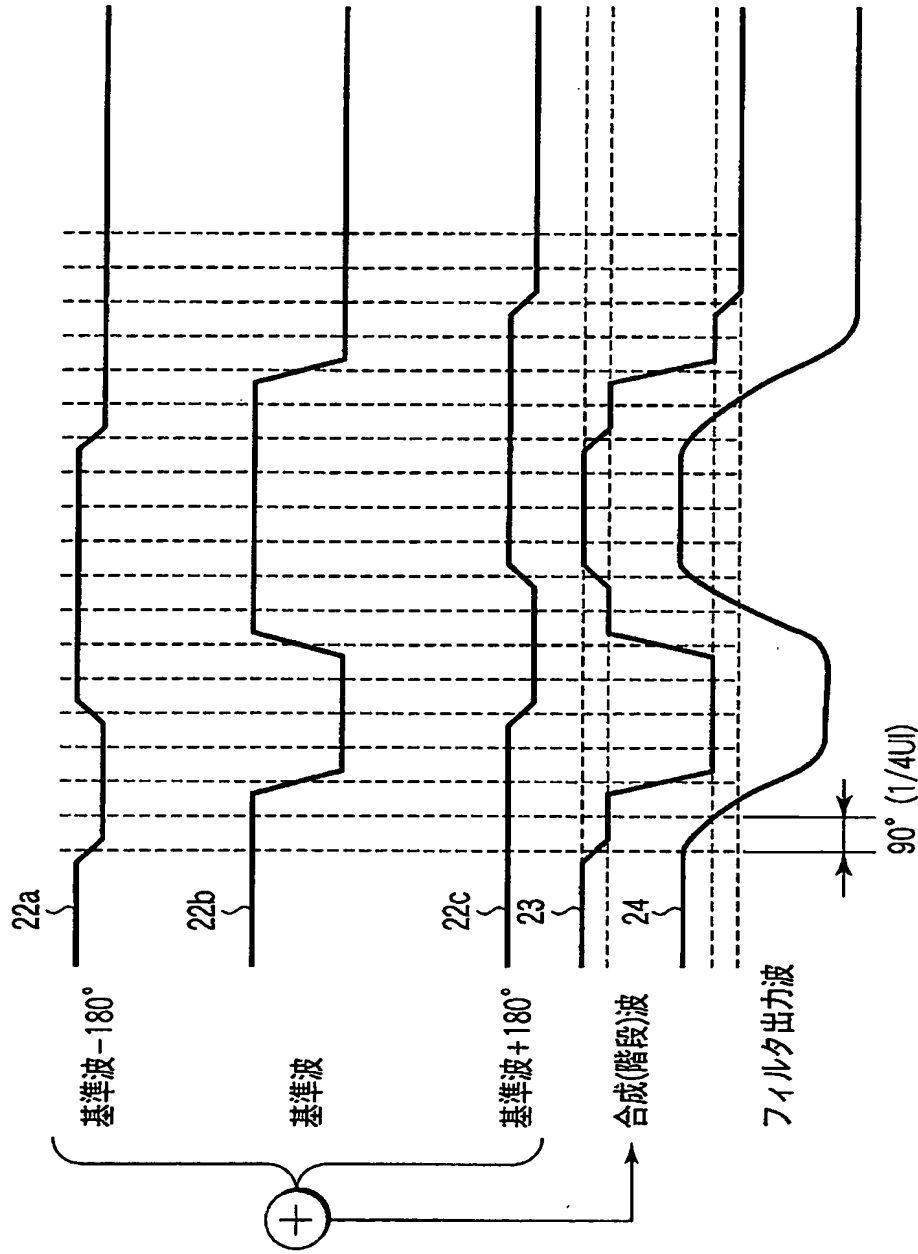
[図10]



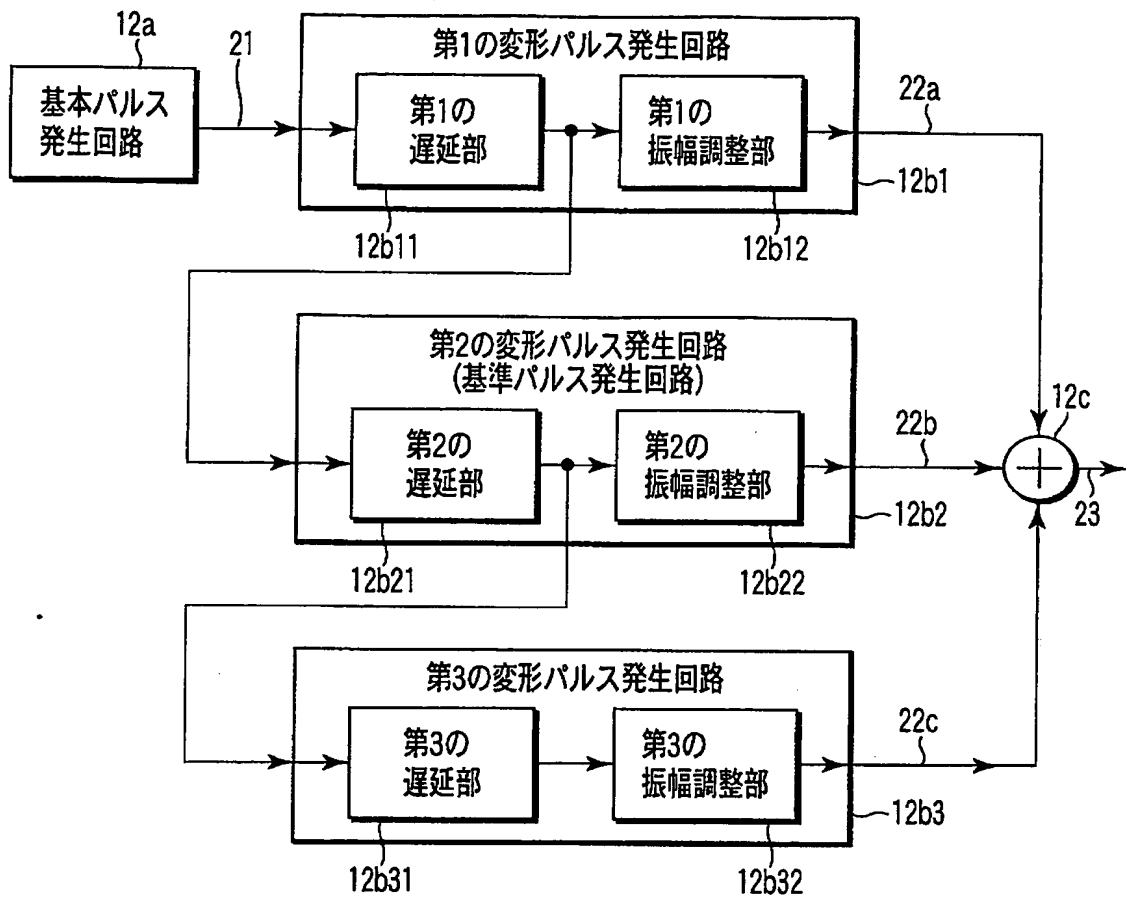
[図11]



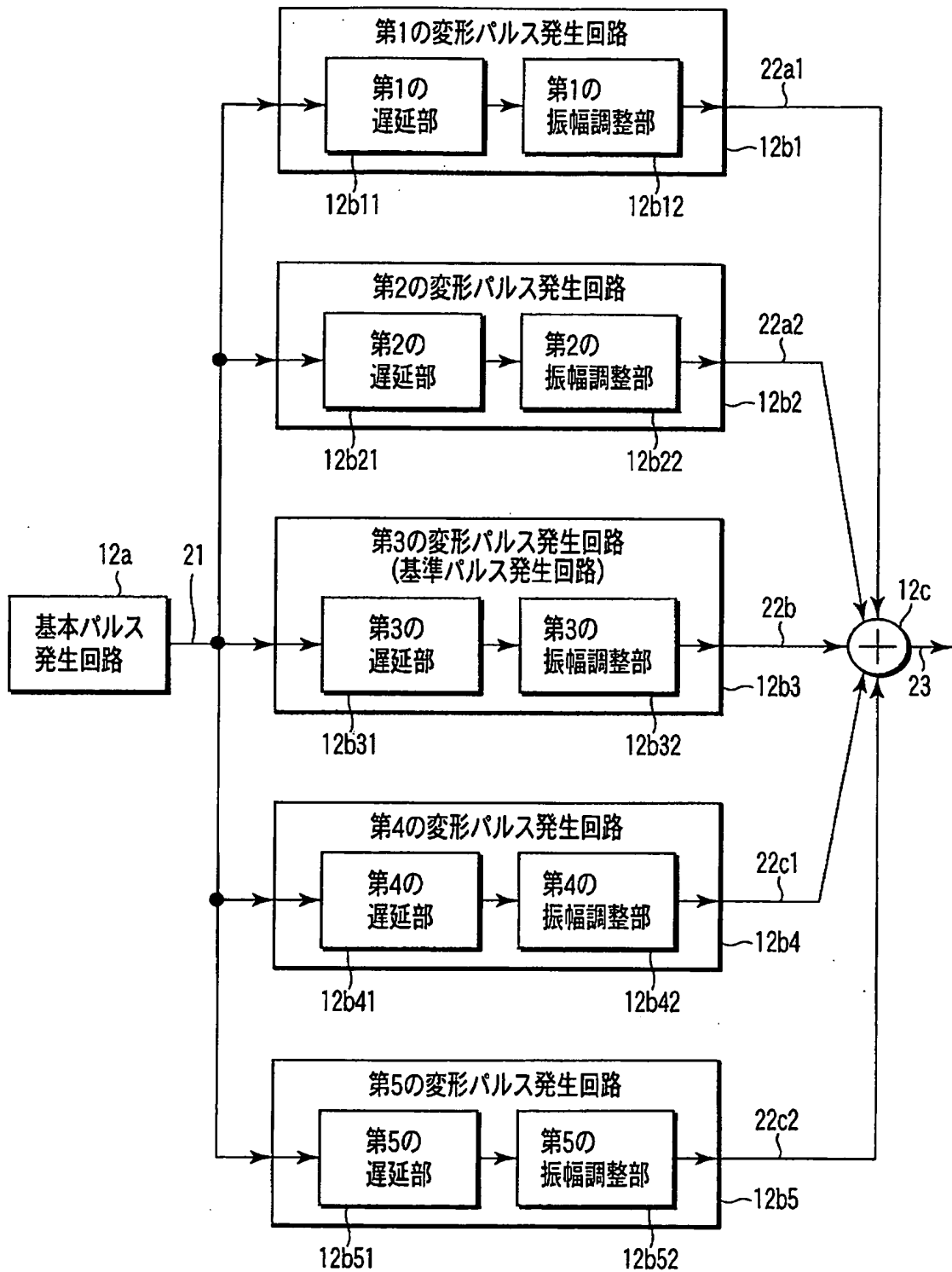
[図12]



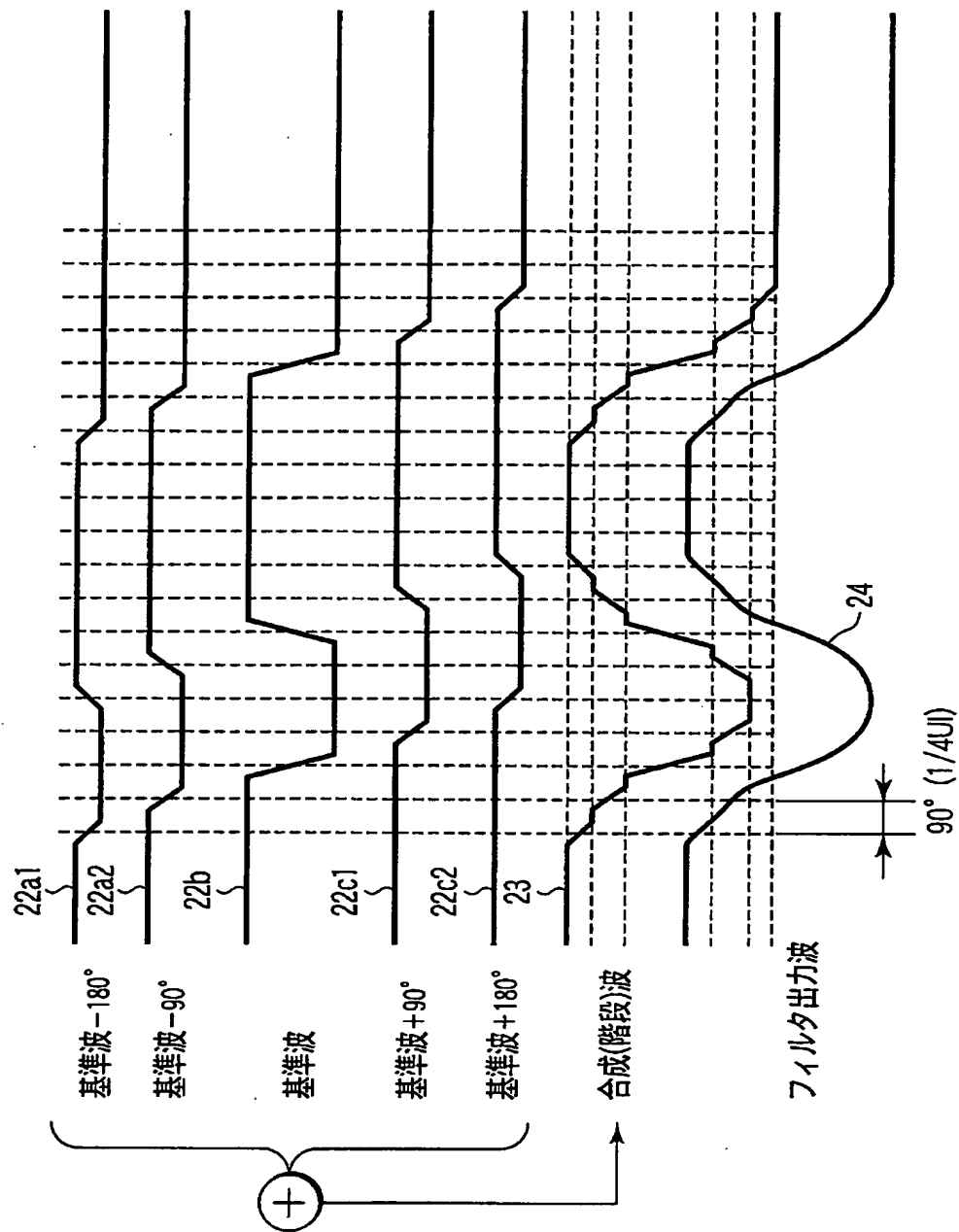
[図13]



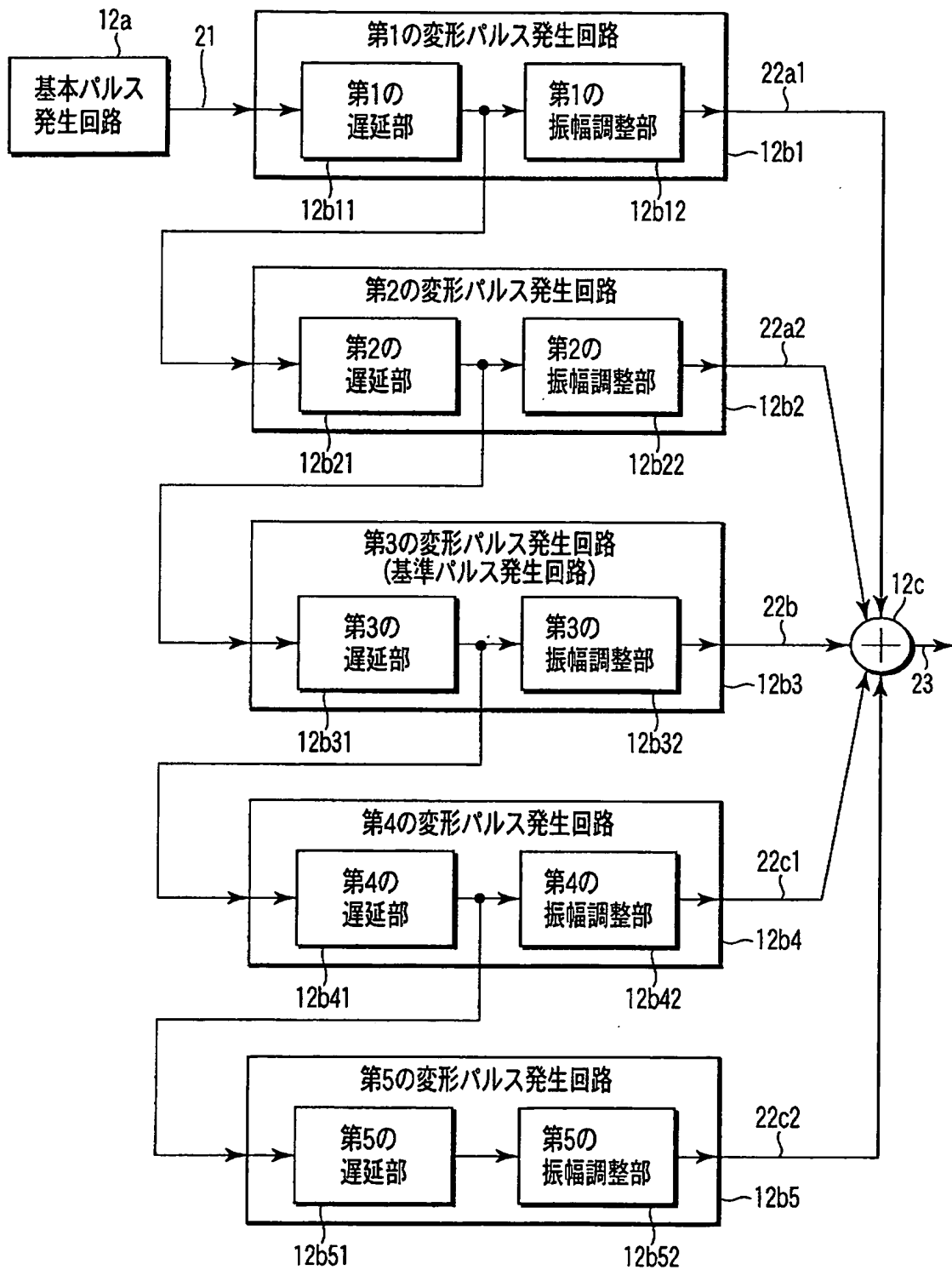
[図14]



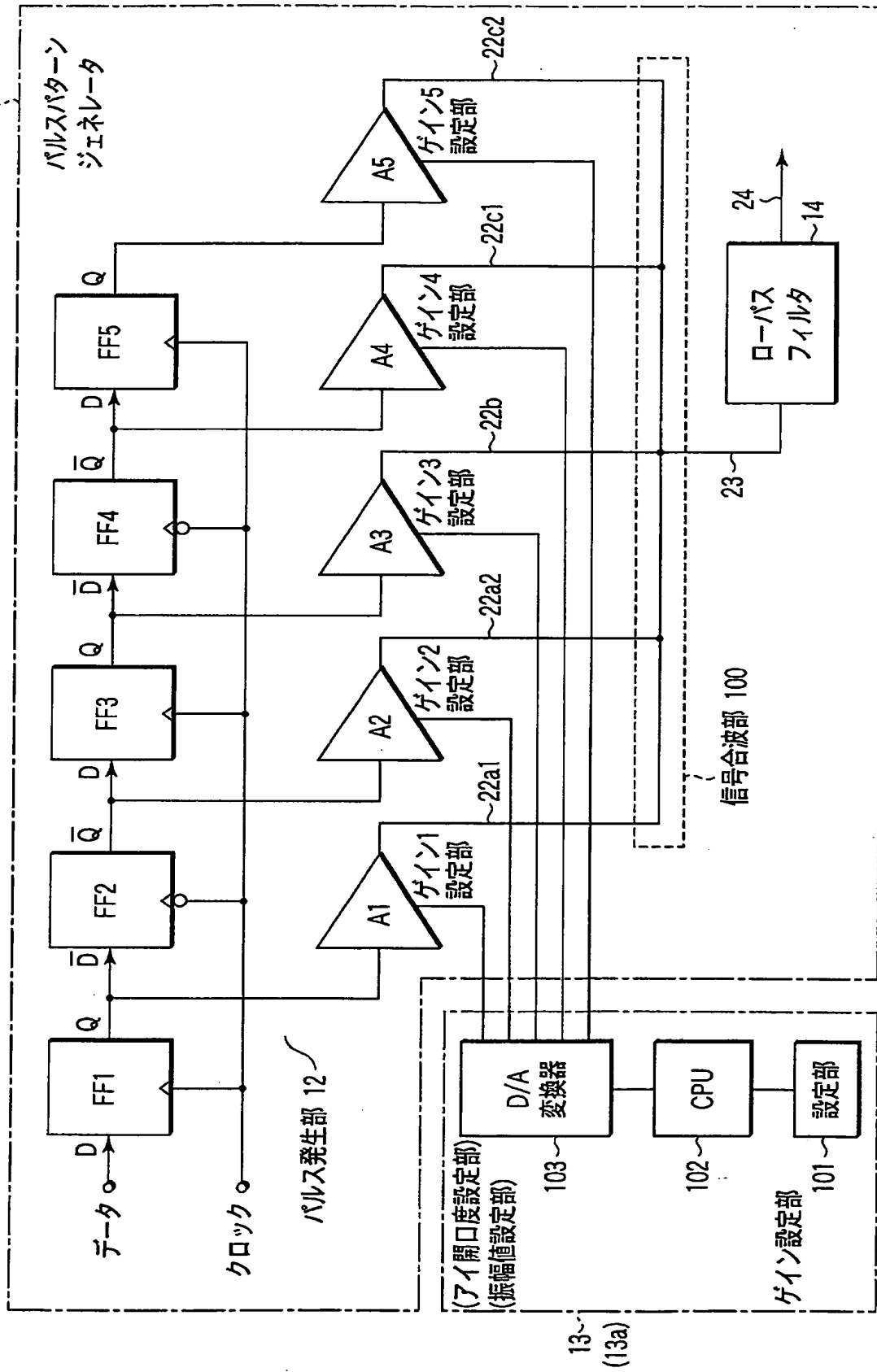
[図15]



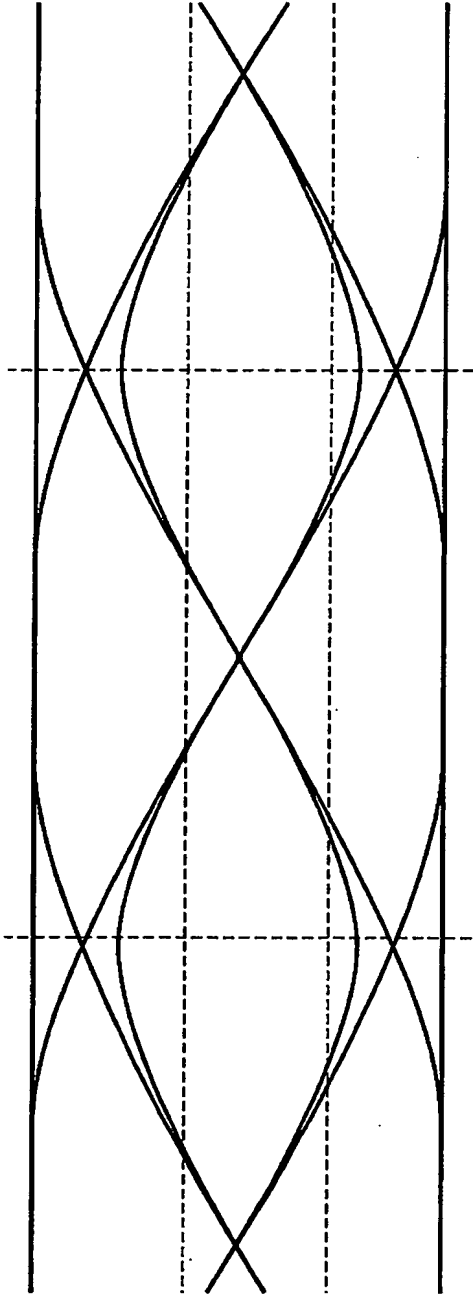
[図16]



[図17]



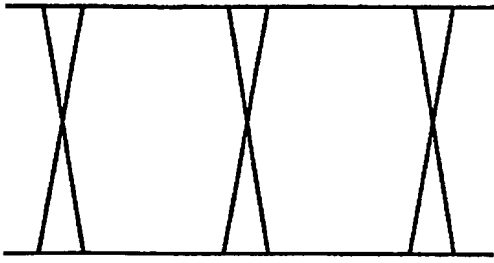
[図18]



C



[図20A]



[図20B]

